

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Mestrado Profissional Interdisciplinar em Ciências Humanas

Flávia Enir Godinho Santos

MENTE ESTENDIDA E LINGUAGEM EM CIÊNCIA COGNITIVA:

Da Teoria Enativa à perspectiva Sistemas Complexos

Diamantina

2020

Flávia Enir Godinho Santos

**MENTE ESTENDIDA E LINGUAGEM EM CIÊNCIA COGNITIVA:
Da Teoria Enativa à perspectiva Sistemas Complexos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Humanas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciências Humanas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Lana de Carvalho

Diamantina

2020

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237m

Santos, Flávia Enir Godinho

Mente estendida e linguagem em ciência cognitiva: da teoria enativa à perspectiva sistemas complexos / Flávia Enir Godinho Santos, 2020.

74 p. il.

Orientador: Leonardo Lana de Carvalho

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

1. Linguagem. 2. Cognição. 3. Enativismo. 3. Sistemas complexos. I. Carvalho, Leonardo Lana de. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 401.93

Ficha Catalográfica – Sistema de Bibliotecas/UFVJM

Bibliotecária: Viviane Pedrosa – CRB6/2641

FLÁVIA ENIR GODINHO SANTOS

**MENTE ESTENDIDA E LINGUAGEM EM CIÊNCIA COGNITIVA: Da teoria
enativa à perspectiva sistemas complexos**

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM CIÊNCIAS
HUMANAS, nível de MESTRADO
como parte dos requisitos para
obtenção do título de MESTRA EM
CIÊNCIAS HUMANAS

Orientador (a): Prof. Dr. Leonardo
Lana De Carvalho

Data da aprovação : 17/03/2020


Prof.Dr. LEONARDO LANA DE CARVALHO - UFVJM


Prof.Dr.^a ELAYNE DE MOURA BRAGA - UFVJM


Prof.Dr. GUSTAVO HENRIQUE RÜCKERT - UFVJM


Prof.Dr.^a MARIA EUNICE QUILICI GONZALES - UNESP

DIAMANTINA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
DIAMANTINA - MINAS GERAIS
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

ATESTADO DE DEFESA POR VIDEOCONFERÊNCIA

Atesto, para os devidos fins, que no dia 17 de março de 2020, às 15 hs, nas dependências da UFVJM – em Diamantina, foi realizada a defesa de dissertação do(a) discente Flávia Enir Godinho Santos com o trabalho intitulado “*MENTE ESTENDIDA E LINGUAGEM EM CIÊNCIA COGNITIVA: Da teoria enativa à perspectiva sistemas complexos*”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Humanas.

Na qualidade de presidente da banca, atesto que a Profa. Dra. Maria Eunice Quilici Gonzalez (docente da UNESP), participou através de videoconferência.

Em virtude da participação remota do membro da banca acima indicado, eu, Prof. Dr. Leonardo Lana de Carvalho, enquanto servidor público, no gozo de fé pública, assino no lugar desse na Ata de Defesa e na Folha de Aprovação da referida defesa.

Por ser verdade, dou fé e assino o presente atestado.

Diamantina, 07 de março de 2021.



Presidente da Banca

*Para Jovino Rodrigues dos Santos
que desde muito cedo me ensinou
que o maior patrimônio que um
pai pode deixar a seus filhos,
aquele que ninguém toma, é o
conhecimento.*

RESUMO

O cognitivismo, primeira corrente teórica em ciências cognitivas, defende que, em função da forma como o organismo processa a informação que capta do mundo, concebe uma conduta no meio. As informações na entrada são processadas pela estrutura cognitiva e, a partir disso, ações externas ocorrem por meio de efetadores. Em oposição ao cognitivismo, a teoria da enação proposta por Maturana e Varela é uma análise focada na experiência e na auto-organização, a abordagem enativa defende a ideia de co-emergência entre objeto e sujeito no mundo, cujas implicações conceituais e metodológicas para a investigação da mente e da linguagem são o foco deste estudo. Na perspectiva da abordagem enativa em ciência cognitiva, entende-se sistemas cognitivos como sistemas autopoieticos acometidos por alterações do meio e cujas ações façam evoluir o ambiente. O desenvolvimento teórico em ciência cognitiva levou a uma abordagem diferente da estabelecida pelo senso comum, o que permitiu que os conceitos de linguagem como um fenômeno autopoietico e mente como não limitada aos contornos do corpo de um indivíduo pudessem amadurecer. Partindo deste embate teórico entre o cognitivismo e o enativismo, essa dissertação foi elaborada com o objetivo de analisar conceitualmente a mente (estendida) e a linguagem de um prisma conciliador, isto é, da perspectiva dos sistemas complexos. São analisados os conceitos de cognição, mente e linguagem e como a ciência cognitiva enativa vê a mente e a linguagem dentro desse escopo interdisciplinar. Inicialmente baseada na revisão bibliográfica em ciência cognitiva enativa e na perspectiva sistemas complexos da cognição, a metodologia de pesquisa utilizada é a análise conceitual dos termos “mente estendida” e “linguagem” em Maturana, Varela, Luc Steels, Andy Clark e David Chalmers. No primeiro momento é feita uma revisão acerca da noção de mente e linguagem no cognitivismo, no conexionismo, no enativismo e na teoria dos sistemas complexos; num segundo momento, serão expandidos os conceitos de mente estendida, cognição corpórea e linguagem como um sistema autopoietico especificamente na teoria enativa; e por fim serão apresentados modelos da perspectiva sistemas complexos sobre a linguagem emergente e sobre a mente estendida como processos semióticos em um coletivo de agentes a partir do trabalho de Luc Steels.

Palavras-chave: Linguagem. Cognição. Enativismo. Sistemas Complexos.

ABSTRACT

Cognitivism, the first theoretical chain in cognitive sciences, argues that depending on how the organism processes the information it receives from the world, it conceives a behavior in the medium. The information in the input is processed by the cognitive structure and from there external actions occur from effectors. In opposition to cognitivism, the theory of ening proposed by Maturana and Varela is an analysis focused on experience and self-organization, the enative approach defends the idea of co-emergence between object and subject in the world, whose conceptual and methodological implications for the investigation of mind and language are the focus of this study. In the perspective of the enative approach in cognitive science is meant cognitive systems as autopoietic systems affected by changes in the environment and whose actions make the environment evolve. The theoretical development in cognitive science led to an approach different from that established by common sense, which allowed that concepts of language as an autopoietic phenomenon and mind as not limited to the contours of an individual's body could mature. Starting from this theoretical clash between cognitivism and enativism, this dissertation was elaborated with the objective of analyzing conceptually the mind (extended) and the language of a conciliatory prism, that is, from the perspective of complex systems. The concepts of cognition, mind and language are analyzed, and how enative cognitive science sees mind and language within this interdisciplinary scope. The research methodology used is the conceptual analysis of the terms "extended mind" and "language" in Maturana, Varela, Luc Steels, Andy Clark, and David Chalmers, based on the bibliographic review in cognitive science and in the perspective of complex systems of cognition. In the first moment a revision is made about the notion of mind and language in cognitivism, in connectionism, enativism and the theory of complex systems; in a second moment, the concepts of extended mind, body cognition and language as an autopoietic system will be expanded specifically in theative theories; and finally will be presented models of the complex systems perspective on the emerging language and the extended mind as semiotic processes in a collective of agents from the work of Luc Steels.

Keywords: Language. Cognition. Enativism. Complex Systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----------|
| Figura 1 – Relações interdisciplinares em Ciências Cognitivas..... | 19 |
| Figura 2 – Modelo cognitivo idealizado “Terça-Feira” | 23 |
| Figura 3 – Representação lógica da atividade nervosa proposta por McCulloch e Pitts. | 27 |
| Figura 4 – “Bete chegou aqui” em uma rede de McCulloch-Pitts..... | 28 |
| Figura 5 – Sistema autopoietico ilustrando o organismo em seu meio..... | 33 |
| Figura 6 – Representação esquemática do acoplamento entre duas universidades e com o meio | 35 |
| Figura 7 – Tríade Semiótica de Peirce | 43 |
| Figura 8 – Esquema de organização da mente estendida segundo Clark e Chalmers.... | 46 |
| Figura 9 – Representação de interdisciplinaridade dos sistemas complexos | 51 |
| Figura 10 – O estranho atrator de Lorenz | 52 |
| Figura 11 – Auto-organização da molécula de água e seu meio | 51 |
| Figura 12- A simulação de agentes virtuais, usada para simular as interações das criaturas | 54 |
| Figura 13- Vista das interações entre os robôs elaborados por Steels (2003) | 55 |
| Figura 16 – O experimento “The Talking Heads” | 56 |
| Figura 17 – Efeito de histerese em sistemas complexos | 56 |
| Figura 18 – Aplicação de estratégia evolutiva a um conjunto de pontos em um processo de otimização..... | 57 |
| Quadro 1- Mente em Ciências Cognitivas; quadro comparativo..... | 46 |
| Quadro 2 – Mente estendida e linguagem como conduta social | 49 |
| Quadro 3 - Linguagem em Ciências Cognitivas: quadro comparativo..... | 60 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.1 Objetivos..... | 12 |
| <i>1.1.1 Objetivo geral</i> | <i>13</i> |
| <i>1.1.2 Objetivos específicos.....</i> | <i>13</i> |
| 1.2 Metodologia | 13 |
| 1.3 Descrição dos capítulos | 14 |
| | |
| 2 MENTE E LINGUAGEM EM CIÊNCIAS COGNITIVAS: DOS MODELOS CLÁSSICOS À ENAÇÃO | 17 |
| 2.1 Ciência cognitiva | 17 |
| <i>2.1.1 Cognitivismo.....</i> | <i>20</i> |
| <i>2.1.2 Conexionismo.....</i> | <i>26</i> |
| | |
| 3 O CONCEITO DE MENTE ESTENDIDA E DE LINGUAGEM COMO CONDUTA SOCIAL | 31 |
| 3.1 Conceitos fundamentais do Enativismo..... | 31 |
| <i>3.1.1 A teoria da autopoiese de Maturana e Varela</i> | <i>34</i> |
| <i>3.1.2 A linguagem como conduta social.....</i> | <i>35</i> |
| 3.2 Mente fenomenológica e Enação..... | 38 |
| 3.3 Signo, linguagem e mente estendida | 41 |
| 3.4 O conceito de mente estendida..... | 44 |
| | |
| 4 MENTE E LINGUAGEM COMO SISTEMAS COMPLEXOS..... | 50 |
| 4.1 Sistemas Complexos e Cognição | 50 |
| 4.2. Modelos computacionais de linguagem emergente | 55 |
| | |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 62 |
| | |
| REFERÊNCIAS..... | 64 |

1 INTRODUÇÃO

Pode nossa mente estar estendida a algum outro lugar que não enclausurada dentro dos nossos crânios? Para Clark e Chalmers (1998), dentro do escopo do externalismo ativo, a mente humana não se limita apenas às fronteiras do corpo e se utiliza de auxílio externo para a execução dos processos cognitivos podendo para tanto envolver desde um simples caderno de anotações até artefatos tecnológicos mais robustos, a depender das interações com o meio e das necessidades que surgirem dessas interações.

Ao contrário do cognitivismo, que entende a mente por um viés internalista, em ciência cognitiva enativa os processos mentais não se encerram nas fronteiras da pele. Mas como podem a mente e a linguagem serem conceituadas como um fenômeno social emergente? Como um fenômeno dinâmico formado como um sistema complexo de interações? Humberto Maturana e Francisco Varela (1995), já apontavam para a fragilidade de pensar os processos mentais e a linguagem como um sistema de processamento da informação. Antes sinalizavam para a plausibilidade de entender a linguagem como ações comuns (comunicação), isto é, como interações sociais, enfatizando o papel fundamental da corporeidade do agente nesse contexto.

Os estudos sobre mente e linguagem podem ser considerados grande estímulo à evolução da ciência da cognição. Considerando a complexidade histórica dos dois termos, as vertentes teóricas da ciência cognitiva, como o cognitivismo, o connexionismo, o enativismo e a perspectiva dos sistemas complexos se ocuparam de conceituar mente e linguagem a partir de ideias basilares distintas. Autores de referência em campos multidisciplinares têm discutido esses conceitos como não limitados aos contornos fisiológicos e, baseados na interação, como fenômenos sociais respectivamente. Maturana e Varela (1995) defendem que a linguagem em organismos complexos é um fenômeno de acoplamento de terceira ordem, que emerge das interações sociais entre os indivíduos que compõem grupos sociais. Como refinamento dos processos comunicativos, o domínio linguístico trouxe para diversas espécies uma melhor condição de adaptação, traçando assim a evolução não somente dessas espécies, mas de diferentes formas de vida, como a de grupos sociais. Em “A árvore do conhecimento” (MATURANA; VARELA, 1995), os teóricos mostram que nosso meio não é algo que está aí apenas, mas que o estamos construindo no desenrolar de nossas interações, originando assim uma concepção bastante desafiadora, que existe à deriva.

As origens da abordagem enativa segundo Carvalho, Pereira e Coelho (2016) se encontram cronologicamente na cibernética, e seus principais conceitos (enação, autopoíese,

acoplamento estrutural e deriva natural) influenciam hoje abordagens computacionais, a concepção de modelos de arquitetura cognitiva, a elaboração de protocolos experimentais, a análise de fenômenos biopsicossociais em diversas disciplinas em ciências cognitivas. Para os autores, a abordagem enativa “transcende seu contexto original dentro da biologia, e num segundo momento dentro do conexionismo, muda o entendimento das relações até agora estabelecidas entre o corpo e o meio ambiente, e as ideias de relações conceituais entre a mente e o corpo.” (CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016, p. 175). Ainda nesse contexto, nos parece relevante ressaltar a ideia defendida por Carvalho, Pereira e Coelho (2016) de que a influência da teoria enativa nas ciências computacionais é de grande relevância, podendo levar à proposição de novos e robustos sistemas de inteligência artificial, agora como máquinas complexas, autopoieticas e vivas em contraponto aos modelos exclusivamente representacionais. Em suas palavras: “a importância da abordagem enativa na construção do projeto de agentes, e um modelo prototípico de uma arquitetura cognitiva enativa é um dos maiores desafios atualmente.” (CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016, p. 176). Em Ciência Cognitiva, não há uma disciplina que funda a outra, mas uma dinâmica complexa de influências e contribuições (SEARLE, 2010). Para Queiroz e Loula (2010, p. 316), “uma agenda empiricamente interessante em Epistemologia e Filosofia da Mente deve considerar resultados recentes obtidos em Vida Artificial, Robótica Cognitiva, Etologia Sintética e Semiótica computacional”.

1.1 Objetivos

Nesta pesquisa, objetiva-se uma análise conceitual da mente e da linguagem sob a ótica da ciência cognitiva enativa, traçando um panorama teórico que se expande da teoria enativa à perspectiva dos sistemas complexos. O objetivo do estudo é analisar como a perspectiva enativa da cognição apresenta os conceitos de mente e de linguagem dentro do escopo interdisciplinar da ciência cognitiva. Para esta análise conceitos importantes veem à tona, como: autopoiese, processos, deriva natural, comunicação, sistemas complexos e outros. O conceito de sistemas complexos é entendido em especial por levar potencialmente a uma completa reestruturação teórica e metodológica na teoria enativa. Com efeito, uma perspectiva sistemas complexos da mente vem, a partir dos preceitos enativistas, se desenvolvendo e se diferenciando. Visamos assim apontar algumas destas características diferenciais, partindo de modelos e simulações computacionais de processos semióticos emergentes.

1.1.1 Objetivo geral

Analisar conceitualmente a mente estendida e a linguagem em ciência cognitiva enativa e por um prisma conciliador, o da perspectiva dos sistemas complexos.

1.1.2 Objetivos específicos

a) Apresentar uma primeira análise dos conceitos de mente e linguagem em ciência cognitiva, apresentando como estes conceitos foram trabalhados pelas teorias cognitivista e conexionista; introduzir o pensamento enativista em contraponto aos modelos clássicos; apontar que a teoria enativa se desenvolveu a partir do conexionismo retomando ideias da cibernética;

b) Analisar os conceitos de mente estendida e linguagem em ciência cognitiva enativa; desenvolver a análise através dos conceitos de autopoiese deriva natural, acoplamento estrutural, cognição de primeira ordem, cognição de segunda ordem, cognição de terceira ordem, neurofenomenologia isomorfismo, comunicação e domínio linguístico;

c) Fazer uma análise de modelos de linguagem emergente e mente estendida como processos semióticos em um coletivo de agentes; desenvolver estes posicionamentos a partir da teoria sistemas complexos da linguagem de Luc Steels em aliança com o pensamento enativo.

1.2 Metodologia

A revisão bibliográfica aborda os conceitos de mente estendida e linguagem em ciências cognitivas. Seguindo a tradição da filosofia analítica, a pesquisa vai proceder por um aprofundamento por meio da análise conceitual dos termos “mente estendida” e “linguagem” em ciência cognitiva enativa. Uma apresentação dos fundamentos da análise conceitual pode ser encontrada em Searle (2010). Para este trabalho importa analisar quais as colaborações da teoria enativa para o desenvolvimento dos conceitos de mente e linguagem sob a perspectiva sistemas complexos da cognição, assim também qual o diferencial em termos de conceptualização.

1.3 Descrição dos capítulos

No capítulo 1 o foco é uma apresentação dos conceitos de mente e linguagem no cognitivismo e no conexionismo, com foco no diferencial destas teorias frente à abordagem enativa. Será feita uma breve descrição do contexto histórico da ciência cognitiva e seus principais autores de referência. Nas teorias e nos modelos cognitivistas, a mente e a linguagem são pensadas como processamento de símbolos físicos materiais. Para Croft e Cruse (2004, p. 1), “a representação da linguagem nessa corrente não difere das outras estruturas conceptuais cognitivas como a percepção, o controle motor, etc.”. Seguindo a ideia fodoriana (FODOR; 1983), os processos cognitivos são concebidos em módulos. A partir de Chomsky apresentamos que a aquisição da linguagem é inata gerando as possíveis formas léxicas, gramaticais e semânticas da linguagem natural. A teoria conexionista rompeu com uma abordagem estritamente simbólica ao conceber que padrões emergentes surgem da atividade coletiva do processamento de símbolos. Dois conceitos são explorados na apresentação da teoria conexionista, o de micro e de macro representações. Enfatizamos, seguindo Carvalho, Pereira e Coelho (2016), que o conexionismo foi uma teoria precursora do enativismo ao introduzir a importância de conceitos como auto-organização, padrões emergentes e sistemas complexos para o entendimento da mente. Assistimos atualmente uma retomada do conceito de semiótica em teoria enativa. Este é um ponto de bastante interesse nesse trabalho, pois a assimilação do conceito de “representação” em teoria enativa poderia reconduzir esta abordagem ao conexionismo. Defendemos que este não é o caso. Entendemos que uma teoria enativa semiótica é um avanço na direção de uma perspectiva sistemas complexos da cognição e não um retorno ao conexionismo.

No capítulo 2 o foco é o conceito de mente estendida e de linguagem como conduta social na teoria enativa de Maturana e Varela. Outros autores vêm em apoio, como Andy Clark, David Chalmers, Evan Thompson e Sean Gallagher. Desenvolvemos o conceito de mente estendida de modo aprofundado em Clark. Estes autores dialogam com a perspectiva de que há existência de sistemas cognitivos estendidos ao meio, isto é, os processos cognitivos não estão limitados ao cérebro, ao sistema nervoso e aos limites da pele dos organismos complexos. A psicologia ecológica oferece evidências que favorecem essa perspectiva. A versão de mente estendida de Clark e Chalmers conhecida como “externismo ativo” afirma que o conjunto dos elementos constituintes do sistema cognitivo exerce um papel causal ativo; que em conjunto eles governam o comportamento do mesmo modo como a

cognição usualmente faz e que se removermos o componente externo, a competência geral do sistema será reduzida, da mesma forma que ocorreria se removêssemos uma parte do cérebro (COELHO, 2018).

No terceiro capítulo Steels (2012) evidencia que a comunicação situada entre indivíduos corporificados desempenha um papel importante na formação, seleção e auto-organização dos sistemas de linguagem. Para o autor, o processo cognitivo de linguagem se dá através do desempenho de condutas emergentes em um sistema adaptativo complexo. Visamos interpretar a linguagem emergente nos modelos computacionais apresentados pelo autor sob a ótica da teoria enativa, dos conceitos de mente estendida e de linguagem como um sistema complexo. Todavia, uma análise crítica precisa ser feita.

Por fim, no quarto capítulo a ênfase será a perspectiva sistemas complexos da cognição, uma análise de modelos de linguagem emergente e mente estendida como processos semióticos de um coletivo de agentes, a partir dos trabalhos de Luc Steels. As adaptações dos organismos ao meio ambiente se originam de processos autocoordenados. Debrun (1996) propõe que um sistema aflora e alcança uma identidade como resultado de relações interacionais e dinâmicas que seus componentes realizam entre si sem a interferência de um ponto central controlador. A cognição estendida postula uma dependência constitutiva entre processos no cérebro, no corpo e no ambiente. Processos cognitivos são realizados não apenas no cérebro, mas também no corpo e no mundo (CRAIGHERO, 2014).

Entendemos que os modelos possuem importantes limitações, sobretudo por não se constituírem como sistemas autopoieticos. Por outro lado, Steels propõe uma retomada do conceito de semiótica no contexto da teoria da cognição corpórea. Tal como, Steels entendeu que a teoria enativa pode encontrar importantes limitações ao não assimilar os processos semióticos.

2 MENTE E LINGUAGEM EM CIÊNCIAS COGNITIVAS: DOS MODELOS CLÁSSICOS À ENAÇÃO

2.1 Ciência cognitiva

Ao estudo interdisciplinar da cognição, do conhecimento, assim como ao da informação e suas propriedades dá-se o nome de ciência cognitiva. Esta área de estudo desponta como um tipo de evolução da psicologia comportamentalista, focando seu objetivo na explicação da conduta do ponto de vista de modelagem mecânica dos processos cognitivos. A Ciência Cognitiva é principalmente mecânica e para o cognitivismo isso ocorre de acordo com a forma como o indivíduo decodifica a informação que lhe é dada e compreende o mundo em que vive, podendo então conceber uma conduta no ambiente. As novas informações são cruzadas com anteriores pela estrutura cognitiva e, a partir disso, desenvolvem ações. Para Gardner (1996):

A ciência cognitiva é um esforço contemporâneo, com fundamentação empírica, para responder questões epistemológicas de longa data - principalmente aquelas relativas à natureza do conhecimento, seu desenvolvimento e seu emprego. (GARDNER, 1996, p. 19).

A ciência cognitiva serve como interlocutora do debate teórico entre diversas correntes filosóficas que se separaram por inúmeras divergências no decorrer da evolução de seus estudos. O acirramento do debate entre a corrente conexionista e a fenomenologia acaba abrindo a possibilidade da criação de um conceito fenomenológico¹ de mente que até a teoria enativa era muito fraco em ciência cognitiva.

Importantes pilares para o surgimento da Ciência Cognitiva, como um paradigma para o estudo da mente (CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016), se encontram nos trabalhos de Warren e Walter, que nas décadas de 30 e 40 buscaram compreender os processos organizativos da mente. Para os autores da corrente conexionista, esses processos não são apenas análogos às máquinas, são máquinas. Warren McCulloch e Walter Pitts propuseram que o cérebro é a variação de uma máquina computacional, e cada neurônio é uma calculadora que processa uma função. O cérebro é representado, neste caso, como uma rede de interconexões entre os neurônios. Para Carvalho, Pereira e Coelho (2016), o conexionismo teve papel significativo na introdução de conceitos primordiais para a

¹ O conceito fenomenológico de mente em teoria enativa pode ser mais bem compreendido em Thompson (2013).

compreensão dos processos mentais como a auto-organização, os padrões emergentes e sistemas complexos. Processos mentais são auto-organizados; são padrões emergentes e são sistemas complexos.

Mais adiante, entre os anos 40 e 50, Alan Turing e John von Neumann deram continuidade ao desenvolvimento da cibernética a partir da criação da máquina de Turing, conhecida popularmente na atualidade como computador, com o objetivo de analisar até que ponto a máquina poderia modelar, descrever e reproduzir o comportamento mental do ser humano e de outros sistemas inteligentes.

As observações e experimentos psicológicos levam à formulação de hipóteses sobre os processos simbólicos que os sujeitos estão usando, estes são uma importante fonte das ideias que servem para a construção de programas. [...] Experimentos psicológicos são necessários para testar a veracidade de modelos de simulação como explicações do comportamento humano, mas, sem vir dos experimentos, também chegam novas ideias para a concepção e construção de sistemas simbólicos físicos. (NEWELL; SIMON, 1976, p. 113-126).

Para Turing a inteligência humana é um importante ponto de investigação, análise, modelagem e reprodução. Neste sentido, conceber e construir uma máquina concreta inteligente passou a ser um método para conhecer por simulação a desenvoltura das transformações cognitivas da mente humana. A máquina de Turing é uma definição e quando passamos da parte abstrata para a construção de uma máquina física temos uma máquina concreta. Nesse contexto questiona-se: e quanto à computação natural? Entendemos que a melhor forma de compreender a computação natural é descrevendo-a como a máquina de Turing. Este é o melhor instrumento lógico-matemático disponível para essa compreensão. Dizemos que a função descrita por Turing é isomórfica à explicação da teoria enativa.

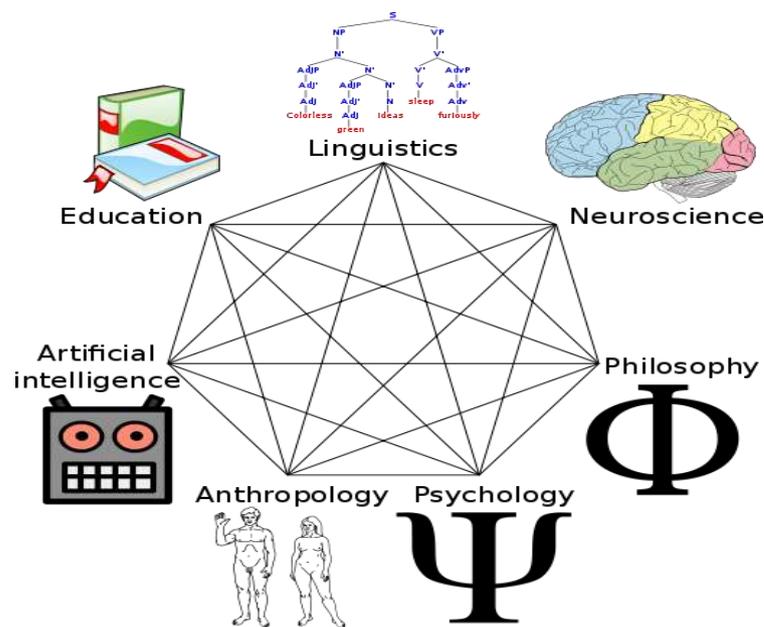
Para Turing (1950) não se trata de confundir ou identificar a inteligência humana e artificial, mas de entender que são formas de inteligência a seu modo. Todavia, podemos usar a maquinaria computacional para modelar e simular a cognição dos seres vivos. Segundo Gardner (1996) este instrumental de investigação é completamente inovador e assim um marco no fundamento das ciências cognitivas. “A ideia que está por trás dos computadores digitais pode ser explicada dizendo que se espera destas máquinas que realizem quaisquer operações que poderiam ser feitas por um computador humano.” (TURING, 1950, p. 433).

Ora apoiada na construção de uma mente artificial e ora usando o instrumental computacional para modelar e simular a cognição natural, o surgimento das ciências cognitivas deu ênfase aos estudos interdisciplinares que ganharam destaque nos círculos de pesquisa. Diferentes tipos de ciências entraram em um processo de confluência,

principalmente no que diz respeito à conceptualização da mente. A ciência cognitiva nessa perspectiva pode ser entendida como propositora da convergência dos entendimentos sobre a mente, todavia isso não significa que houve ou há uma única teoria ou modelo em ciências cognitivas, ou ainda uma hipótese de estudo uniforme dos processos cognitivos. Para Carvalho, Pereira e Coelho (2016), as teorias ou abordagens em ciências cognitivas não se constituem como paradigmas à parte, pois exploram a diversidade dos sistemas inteligentes possíveis. Neste sentido, o cognitivismo pode não ter o melhor modelo explicativo sobre o funcionamento da mente humana, todavia todos os nossos computadores são hoje concebidos com base nestes modelos.

Seja o cognitivismo, o conexionismo e agora mais recentemente o enativismo e a perspectiva sistemas complexos influenciam as investigações em diversas disciplinas, as quais constituem o corpo interdisciplinar das ciências cognitivas (FIG. 1).

Figura 1 – Relações interdisciplinares em Ciências Cognitivas



Adaptada de: PYLYSHYN, 1984.

Sob o prisma de uma ou mais abordagens, do domínio de uma ou mais disciplinas, são diversos os processos cognitivos investigados em ciências cognitivas. A percepção, a memória, a atenção, o pensamento, o afeto, a emoção, a consciência, a linguagem, a cognição social, a cognição artificial, a cognição humana e de outros animais, a cognição de plantas, etc. são processos cognitivos sob investigação pela ciência cognitiva.

Seguindo Teixeira (1998), pensamos que essa ciência tem como grande paradigma conseguir realizar evoluções conceituais e metodológicas que possibilitem compreender e explicar a mente.

2.1.1 *Cognitivismo*

O cognitivismo é uma teoria que por mais de 25 anos teve como dominante suas explicações da cognição. Essa corrente de pensamento é representacionista. A mente é vista como um sistema de processamento da informação, representações, isto é, símbolos materiais que representam algo no ambiente. O organismo, com seu processador central, o cérebro, pode atuar sobre seu ambiente e modificá-lo. Notamos aqui que uma concepção semiótica da cognição é bem forte no cognitivismo. A inteligência destes sistemas deriva basicamente deste ponto. Uma enorme crítica começou a ser elaborada no próprio movimento das ciências cognitivas pelo connexionismo ao dizer que as representações mentais não eram símbolos físicos, mas padrões emergentes. O enativismo valorizou ainda mais a noção de padrões emergentes entendendo que a cognição é exatamente estas formas e processos emergentes, não sendo necessária a ela uma estrutura representacional. Ora, hoje entendemos, em uma perspectiva enativa semiótica (STEELS, 2012), que processos semióticos surgem a partir de processos autopoieticos. Neste sentido, a grande limitação dos modelos cognitivistas está em partir diretamente de um sistema simbólico. No entendimento da teoria enativa semiótica, os sistemas sígnicos podem emergir de processos cognitivos básicos, das formas mais simples de cognição.

Para entender melhor o conceito de inteligência cognitivista, Newell e Simon (1976) chamaram de Sistemas Simbólicos Físicos (SSF) os sistemas de conhecimento cognitivo, isto é, qualquer sistema inteligente, seja ele humano, animal ou artificial. São exemplos de SSF as baratas, os computadores eletrônicos, bactérias, elefantes e a própria cognição humana, nesse contexto, é um sistema simbólico físico. Esse preceito explicativo trouxe a possibilidade de análise do aspecto funcional dos sistemas físicos inteligentes.

Newell e Simon (1976), também avançam sobre a metodologia de investigação em ciências cognitivas em contexto interdisciplinar. No fragmento abaixo ele vincula basicamente a psicologia e a computação, mas na prática o mesmo esquema foi seguido por várias outras disciplinas, como por exemplo, a filosofia da mente, a linguística, etc.

Experimentos psicológicos são necessários para testar a veracidade de modelos de simulação como explicações do comportamento humano, mas, sem vir dos experimentos, também chegam novas ideias para a concepção e construção de sistemas simbólicos físicos. (NEWELL; SIMON, 1976, p. 113).

Segundo os autores, também os sistemas simbólicos artificiais são evidências de que sistemas inteligentes naturais realizam certas operações básicas na realização de uma tarefa, mesmo não sendo do mesmo modo que o sistema simbólico artificial realiza. O cognitivismo fornece assim modelos e modos de simulação da cognição natural, também um corpo teórico explicativo, baseado no conceito de símbolos físicos. Para o cognitivismo a resolução de problemas ocorre através de um modelo de manipulação de informações baseado em regras estabelecidas baseadas em representações simbólicas. Para Newell e Simon (1976) o sistema pode ser capaz de geração de novas formas de inteligência e da resolução inédita de problemas. Eles demonstraram isso em 1956 ao conceberem o programa Teórico Lógico. O Teórico Lógico provou 38 dos primeiros 52 teoremas do capítulo 2 do *Principia Mathematica*. A prova do Teorema 2.85 era mais elegante do que a prova produzida à mão por Russell e Whitehead. Simon, ao mostrar a nova prova para Bertrand Russell o reconheceu com deleite (MCCORDUCK, 2004). Neste sentido, a teoria unificada da cognição proposta por Newell (1990) e outros define a cognição como um SSF e desenvolve conceitos fundamentais da inteligência artificial cognitivista presente em todas as tecnologias digitais da informação que usamos comumente hoje, como: raciocínio como busca em um espaço de estados, heurística, processamento de lista, etc.

O mundo externo para o cognitivismo é o conjunto de dados sendo o processamento da informação centralizado no cérebro, neste sentido é uma teoria internalista da mente.

O conceito de mente estendida que se desenvolve na teoria enativa (CLARK; CHALMERS, 1998) vai se opor neste ponto dizendo que os processos cognitivos não se encerram no interior dos processos encontrados nos organismos complexos. Constituindo o conjunto de dados, o conceito de ambiente cognitivista é bastante simples. O corpo na acepção cognitivista possui uma série de sensores e efetadores, possibilitando a interação do organismo com o ambiente, o qual é dado e não construído. Para a teoria enativa, ambiente e organismo co-emergem. O foco do cognitivismo é o cérebro como o sistema de processamento da informação, este seria o ponto central do sistema cognitivo. A inteligência é vista como um raciocínio inferencial, dedutivo e indutivo, portanto tudo que é necessário para raciocinar são sistemas lógicos.

Destacamos aqui um ponto importante. Segundo Newell (1982, 1990), o conhecimento possui três níveis constituintes: o nível neurofisiológico, que é o nível estrutural do sistema cognitivo; o nível de processamento de símbolos, que é o nível das ações dos sistemas (sempre baseadas em símbolos) e; o nível representacional ou semântico, que diz respeito ao sentido destes símbolos. Pylyshyn (1984) enfatiza que o nível semântico é epifenomênico. Neste sentido a eficiência causal do sistema cognitivo se encontra em sua estrutura e em seus processos. Todavia para Pylyshyn existe um nível semântico que não se reduz à pragmática do sistema, mas que paira sobre o mesmo como uma propriedade produzida por esse sistema, mas não tem efeito causal sobre processos ou sobre a estrutura cognitiva.

Como já mencionado, a semântica das representações não pode literalmente causar certo comportamento de um sistema, apenas a forma material da representação é causalmente eficaz. Quando dizemos que fazemos algo porque desejamos o objetivo G ou porque acreditamos em P, estamos atribuindo causalidade a uma representação, embora não seja o conteúdo a causa. (PYLYSHYN, 1984, p. 272).

A tese cognitivista de Pylyshyn é epifenomenista no que se refere à semântica. Contra a tese epifenomenista, a teoria enativa e a perspectiva sistemas complexos visam exatamente conceptualizar a semântica como ação significativa ao defini-la envolvida em um sistema auto-organizado. Neste sentido a semântica é entendida por uma perspectiva pragmática, existindo também aqui uma confluência entre o pensamento enativo e o de Wittgenstein ao afirmar que o significado é o uso (ver CARVALHO, 2018).

O cognitivismo tem muitas dificuldades em explicar como ocorrem as experiências a partir dos símbolos físicos. Como vimos, Pylyshyn recorre ao epifenomenismo², o qual não garante o fechamento causal da natureza.³ Isso gerou um questionamento de qual a contribuição da experiência no processo cognitivo, isto é, o de mero

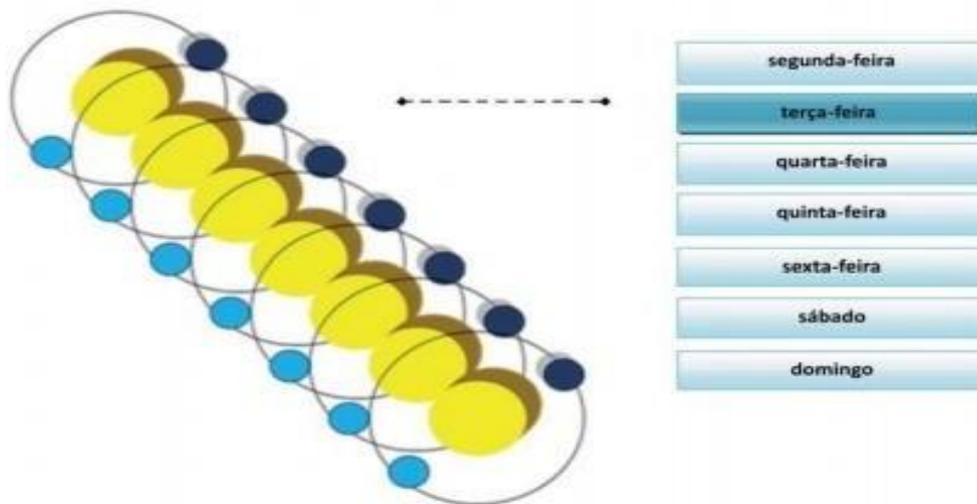
² “A ideia básica do epifenomenalismo é que os estados mentais emergem (aparecem) do cérebro, quando este alcança certo grau de complexidade. Porém, uma vez emergidos, os estados mentais não podem ser explicados puramente apenas observando o próprio cérebro. Eles não são uma parte do fenômeno físico no cérebro (que determina nossas ações e comportamentos em geral), mas estão „acima“ dele. Esta teoria apresenta uma característica no mínimo estranha: estados físicos causam estados mentais, porém, o inverso não acontece. Esta característica só é válida para a noção de causalidade, segundo a qual a causa de algo físico deve ser também algo físico.” (ALVES, 2018, p. 17).

³ “Para as teorias que se valem da noção de „causação“ em Filosofia da Mente, admite-se que existem dois domínios de fenômenos, cada qual com um conjunto de propriedades intrínsecas: o físico e o mental. O domínio físico é determinado pelo fechamento causal do mundo, ou seja, todo fenômeno deverá ser determinado por uma causa física, mensurável e observável a partir de aspectos imputados pela noção atual de „universo“. Um ente localizado nesse universo tem um conjunto de propriedades que lhe são intrínsecas e o definem como tal. Em virtude dessas propriedades, terá o poder causal (a disposição ou a capacidade) de agir de diversas maneiras sobre outros entes.” (HOLLANDA, 2011, p. 28).

acompanhante sem eficácia causal alguma? Há ainda a questão sobre a impossibilidade do sistema neurológico humano de processar símbolos tal como computadores digitais o fazem. Diante dos sistemas vivos, da biologia que conhecemos os processos vivos não são profundamente considerados e reproduzidos tal quais as arquiteturas de maquinaria computacional produzidas pelo cognitivismo. Outra questão trata do processamento serial. A realização de mais de um processo simultaneamente ocorre nos organismos vivos e não foi bem explorada nos modelos e arquiteturas cognitivistas. Os modelos cognitivistas são o principal suporte das tecnologias da informação que usamos atualmente, mas estão muito distantes dos sistemas cognitivos biológicos.

Lakoff (1987; p.68-69), ao tratar da conceptualização da linguagem, apresenta um exemplo de categorização cotidiana para explicar os processos cognitivos que utilizamos. Segundo o autor, a maneira que utilizamos como padrão de caracterização para definir o começo de um dia e seu respectivo fim, bem como a organização dos dias em um calendário mais amplo, é também um modelo idealizado de cognição, em que as representações mentais ocorrem de tal forma que a semana está representada por uma divisão de partes (dias), em uma sequência linearizada. Sabemos, no entanto, que a natureza não divide o tempo em semanas de sete dias, essa idealização é humana e variável (RODRIGUES, 2010).

Figura 2 – Modelo cognitivo idealizado “Terça-Feira”



Adaptada de: RODRIGUES, 2010, p. 66.

Outra crítica ao cognitivismo é o fato de terem majoritariamente adotado modelos centralizados e não distribuídos, de ser localizacionista, o que distancia estes sistemas da

realidade dos sistemas vivos em que os processos informacionais e experienciais não estão localizados em uma única área, mas expandidos e estendidos. O debate das representações mentais segue estritamente o raciocínio lógico-matemático, onde a noção que se tem de mundo é na verdade entendida como uma fotografia deste mesmo mundo sendo vista por um eu interno, enquanto que outro grupo de pensadores acreditava que o processo era descritivo e proposicional (MATURANA; VARELA, 1995; CLARK; CHALMERS, 1998).

Fodor (1983) acreditava que havia uma linguagem cerebral que nos explicava o mundo. Em “A modularidade da mente” (1983), apresentou sua perspectiva de que a estrutura e o funcionalismo mental poderiam ser representados pela proposta modular. O que essa perspectiva propõe é que a mente é construída por muitos módulos de processamento de informação, e “cada um deles opera de forma relativamente independente dos outros, processando somente um tipo específico de informação (visual, corporal, musical, linguística, etc.). O princípio que organizaria o funcionamento de cada diferente módulo seria inato, não apreendido.” (CASTAÑÓN, 2006, p. 188).

Jean Piaget (1973, 1987), Noam Chomsky (1987, 1971), Jerry Fodor (1987, 2001), Jerome Bruner (1983, 1997), Howard Gardner (1996, 1998, 2004), Ulric Neisser (1967, 1975), Robert Sternberg (1992, 2000), Richard Mayer (1977, 1981), Aaron Beck (2000), George Miller (1985), figuram como importantes referências da corrente cognitivista.

Para Chomsky (1967), existe uma linguagem universal e inata, o que não valoriza o suficiente as relações sociais e a maneira como as pessoas experienciam a linguagem. A tradição cognitivista propõe que estruturas e processos básicos da cognição são inatos, ou admite que em outro aspecto pelo menos a pré-disposição a desenvolvê-los é natural. Chomsky é importante representante desta perspectiva. Há comprovação científica das habilidades dos recém-nascidos nas pesquisas contemporâneas em Psicologia do Desenvolvimento, e também a natureza sugere certa sustentação à ideia do inatismo, se observarmos que grande parte dos animais nasce com alguns comportamentos instintivos.

Em uma análise à estrutura epistemológica da linguagem natural, Chomsky baseia seu método em modelos formais que descrevem os padrões regulares, universais, da comunicação. “Como estratégia metodológica de pesquisa, Chomsky tomou as regras de formação das expressões, a sintaxe pura, independentemente de seu conteúdo.” (CANDIOTTO, 2008, p. 121).

Nesse sentido, entende Castañón (2006) que:

Não é surpresa constatar que o Ser Humano tenha no mínimo algumas estruturas e regras de processamento “pré-programadas”, como o bios de um computador. Surpresa seria o contrário. No entanto ambas as posições não são contraditórias. Primeiro, podemos considerar que existam estruturas e regras cuja potencialidade para se desenvolver é inata, mas cujo ato de seu desenvolvimento é construtivo. Também, poderíamos considerar que poucas e básicas regras e estruturas são inatas, a partir das quais muitas e complexas estruturas e regras são construídas. (CASTAÑON, 2006, p. 206).

O cognitivismo aproximou a psicologia da ciência enxergando os processos mentais de uma forma passível de ser reproduzida (sintética), porém, teve dificuldades de conceptualizar a consciência em uma via estritamente natural ao buscar uma visão epifenomenista.

O debate sobre o objeto de estudo da psicologia cognitiva abarca posicionamentos bastante divergentes. Alguns estudiosos postulam que os processos afetivos são majoritariamente cognitivos (DAMASIO, 2011; LE DOUX, 1995). Para Searle (1997) cognitivismo é a mais recente tendência da ciência cognitiva que postula que o computador fornece uma imagem real da natureza do mental. Na perspectiva de Searle (1997), o cognitivismo pressupõe que o cérebro, então, é um computador digital. Nesse contexto, Searle (1992) entende que o argumento da sala chinesa ⁴ não serve ao cognitivismo, já que o cognitivismo não deu conta de explicar em que modelos e de que forma seria possível afirmar que o cérebro é um computador digital que produz processamento de informação.

O cognitivismo também não se preocupou com um método de descrição das experiências (THOMPSON, 2013). Trata-se de um sistema teórico que carece do corpo vivido, que é representacionista e não busca pensar a mente em sua totalidade no mundo. É suficiente materializar a mente só com o cérebro? É de fato uma teoria natural ao considerar que semântica e sensações são propriedades fora da cadeia causal dos eventos? O cérebro é que nos vai apresentar o mundo, organizar toda essa informação e experiência não importando o contexto ou a situação? A grande crítica aos Sistemas Inteligentes baseados no cognitivismo foi exatamente a de darem origem a sistemas com grandes limitações de adaptação ao meio. Isto ocorre segundo Varela, Thompson e Rosch (1992), pois se tratam de sistemas pouco acoplados ao meio, seguindo regras lógico-matemáticas dadas por seus programadores.

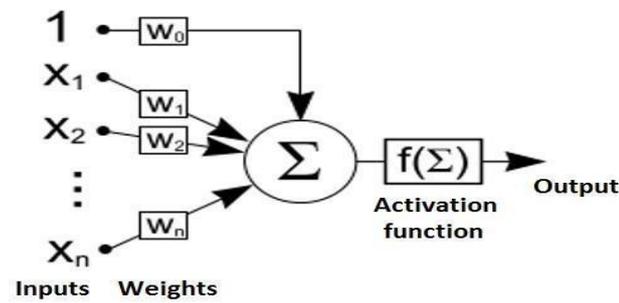
⁴ “John Searle ganhou notoriedade por seus constantes ataques aos projetos filosófico e científico da Inteligência Artificial (IA). Sua obra mais conhecida nesse campo foi o artigo „Minds, Brains and Programs”, no qual apresentou um forte argumento contra a possibilidade do pensamento nas máquinas, que veio a ficar conhecido como o Argumento do Quarto do Chinês – AQC1. A premissa do AQC é a impossibilidade de se atribuir capacidade de compreensão à máquina dada a sua incapacidade de transcender ao nível das operações sintáticas.” (GUIMARÃES, 2010, p. 132).

2.1.2 Conexionismo

O conexionismo tem por base os fenômenos da mente como processos neuronais e a computação como processos dinâmicos, distribuídos e estocásticos ocorrendo em redes de unidades de processamento de símbolos. O enfoque principal do conexionismo são os fenômenos mentais como padrões emergentes nas redes, sendo que a forma das conexões das unidades varia de um modelo para o outro. O conexionismo retomou ideias da cibernética que foram deixadas de lado pela comunidade em ciências cognitivas diante dos grandes avanços que os modelos e arquiteturas cognitivistas faziam, sobretudo nas décadas de 50, 60 e 70. Todavia, as limitações dos modelos cognitivistas levaram a uma retomada de ideias dinamicistas e paralelistas. O conexionismo se apoiou sobre uma ideia fundamental para a perspectiva sistemas complexos da mente. Ao pensar que regras simples poderiam levar a padrões emergentes complexos o conexionismo rompe com um dos mais tradicionais modos de pensar da ciência clássica, o de que causas simples levam a efeitos simples e que causas complexas levam a efeitos complexos. Neste sentido, a potência dos modelos conexionistas se encontra exatamente na simplicidade de suas regras e na abrangência de processos cognitivos complexos que pode reproduzir artificialmente, modelar e simular com muito maior realismo frente à complexidade biológica. Ao se apoiar em padrões emergentes para explicar os fenômenos cognitivos, o conexionismo foge também do elementarismo cognitivista, cujos processos seguem regras lógico-matemáticas como locomotivas seguem o trilho ao processar os elementos simbólicos. Do ponto de vista conexionista, a cognição ocorre como um todo que surge da atividade simbólica, mas que não pode ser reduzida a esta.

McCulloch e Pitts (1943) foram percussores do modelo de sistema em que os neurônios em si não são o ponto principal para o sucesso do processamento e para a funcionalidade computacional do sistema. Para esses autores a conectividade entre os neurônios enquanto elementos simples é que determina essa capacidade. Este modelo pode ser compreendido como uma síntese do que era sabido sobre o neurônio, e o resultado dessa análise foi a concepção de um protótipo lógico-matemático do funcionamento de um neurônio, o qual deu origem ao neurônio formal ou artificial.

Figura 3 – Representação lógica da atividade nervosa proposta por McCulloch e Pitts



Fonte: MCCULLOCH; PITTS, 1943, p. 117.

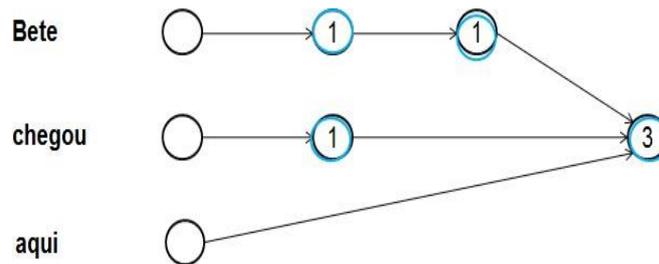
Hopfield (1982) entende que mesmo a compreensão de computação se modifica sob o prisma conexionista. Pela interação de funções simples é possível observar e usar na resolução de problemas função emergentes, isto é, não programadas diretamente pelo concebedor da rede artificial. As redes conexionistas, como são chamadas, se assemelham às redes de neurônios dos sistemas nervosos de organismos complexos tais como as dos seres humanos. A rede de neurônios formais é concebida a partir da lógica-matemática (uma linguagem formal), mas a rede é passível de aquisição de novos domínios linguísticos, estando distribuídas em diversas regiões da rede. Os variados processos cognitivos como percepção, memória, foco de atenção, léxico, regras gramaticais, etc. ocorrem como processos emergentes a partir da atividade coletiva das unidades simples de processamento da informação. As redes conexionistas são bastante modificáveis pelas interações com o meio. A organização coletiva da rede (padrão emergente) ocorre através de processos de retroalimentação, dispensando assim a necessidade de uma programação *topdown*. No conexionismo, o entendimento da linguagem e do mundo não está codificado por meio de símbolos pré-definidos dentro do cérebro, mas como padrão emergente em grupos de neurônios distintos, mas ao mesmo tempo interligados entre si. Trata-se da formação de *clusters* ou clusterização. Diferente do que ocorre na teoria da informação cognitivista, os processos são prioritariamente simultâneos.

Para Pulvermüller (2002) os neurônios iniciais são conhecidos como unidades de entrada e são ativados quando acontece uma entrada de dados. Este autor defende que *clusters* (agrupamentos) de unidades linguísticas significativas são representados e processados pelo córtex em redes de neurônios funcionais distribuídas. Nesse contexto, diferentes subcategorias de palavras de ação repercutem respostas cerebrais diferentes. Palavras semanticamente relacionadas a diferentes partes do corpo ativam o córtex motor e pré-motor de forma

organizada. As propriedades da memória no cérebro na teoria conexionista são as propriedades que emergem das atividades que ocorrem nas redes neurais naturais e artificiais.

Os neurônios iniciais são chamados de “unidades de entrada” e se ativam com a ocorrência da palavra (FIG. 4).

Figura 4 – “Bete chegou aqui” em uma rede de McCulloch-Pitts



Fonte: Adaptado de PULVERMÜLLER 2002 p.101

Cognição é basicamente padrões e processos emergentes em redes neuronais de acordo com o conexionismo, e não apenas processamento lógico-matemático da informação. O conexionismo, ao seu modo, introduz a ideia de auto-organização e emergência. Todavia, não se aprofundou nestes conceitos do modo como a teoria enativa o fez. O conexionismo entende que do processamento de símbolos (microrrepresentações) emergem padrões que reconhecem objetos diversos ou funções emergentes (macro representações). O conexionismo está também profundamente arraigado nas ideias imanentes do sistema nervoso, entendendo tradicionalmente a mente como um sistema distribuído nos limites do crânio. Neste sentido a cognição conexionista é representacionista e internalista, não concebendo ainda toda a importância do ambiente nos processos cognitivos, algo que a teoria enativa vai fazer pelos conceitos de processos encapsulados e de acoplamento estrutural. Todavia o conexionismo amplia a ideia de distribuição de processos por todo seu sistema de informação, se aproxima mais do que ocorre em sistemas vivos, por outro lado se atem demasiadamente em questões neuronais.

Os modelos conexionistas baseiam-se num processamento distribuído em paralelo (PDP). O conexionismo (processador de distribuição em paralelo) tem uma origem diferente: procura projetar computadores inspirados no cérebro. O número de neurônios que integram uma determinada rede neuronal está intimamente ligado ao algoritmo de aprendizagem utilizado para treinar a rede. Todos os algoritmos estão estruturados em três camadas: uma camada de neurônios de entrada liga-se a uma camada de neurônios de saída. Entre essas duas camadas existem as unidades intermediárias, responsáveis pelo processo de aprendizagem da rede. (POERSCH, 2004, p. 448).

O projeto cognitivista foi amplamente rebatido por autores como Dreyfus (2007), que enfatiza os limites semânticos dessa teoria e a não consideração das contribuições da cognição corpórea em seus estudos, assim como por Searle (2000) que ressalta ainda falta de discussão dos modelos cognitivistas da Inteligência Artificial e as redes neurais artificiais pelos teóricos cognitivistas.

Voltamos assim à questão, o cérebro somente possui processos cognitivos? A mente estaria organizada estritamente em redes de neurônios?

É preciso ainda dizer que, para a análise crítica no enativismo, que o conexionismo possui um modelo de computação de mesma potência computacional do que o modelo cognitivista. Isto ocorreu na década de 80 quando ficou demonstrado que redes neurais eram capazes de realizar a função lógica XOR (Ou Exclusivo). Este é um ponto importante, visto que a teoria enativa não possui, até o momento, um modelo próprio de computação. A teoria enativa consiste de uma gama de conceitos para compreender e explicar processos cognitivos, com grande eficiência ao abordar sistemas cognitivos vivos. Diversos autores Fodor (1980), Gardner (2003), Maturana e Varela (1995), Thompson (2013) pensam que temos então duas abordagens em ciências cognitivas, uma biológica e outra computacional. Pensamos que ao invés de propor dicotomias, a teoria da enação não possui ainda um modelo de computação, mas observamos já, sobretudo no contexto da vida artificial, fortes influências do pensamento enativo na concepção e implementação de sistemas computacionais (CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016). Notamos que a modelagem e simulação de processos cognitivos sob o prisma da teoria da enação foi recorrentemente usado pelos autores fundantes desta corrente. Lembrar-se do bittorio, autômato celular que Varela, Thompson e Rosch (1992) usaram para demonstrar como perturbações do meio geram padrões emergentes em sistemas complexos auto-organizados. O que os autores fizeram foi basicamente reinterpretar resultados de implementação de modelos conexionistas à luz da teoria enativa. Com efeito, um modelo de computação enativa é um dos grandes desafios da teoria da enação (CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016).

3 O CONCEITO DE MENTE ESTENDIDA E DE LINGUAGEM COMO CONDUTA SOCIAL

3.1 Conceitos fundamentais do Enativismo

O termo enação foi utilizado em *A mente incorporada* (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1992) para definir uma abordagem em que a cognição é entendida como ação corpórea, conectada à realização biológica de um organismo. “Varela, Thompson e Rosch (1992) destacam o termo „ação“ contido na palavra enação como forma de enfatizar que os processos sensórios e motores – ou seja, ação e percepção – são inseparáveis” (BAUM; KROEFF, 2018, p. 209).

A abordagem enativa surgiu na ciência cognitiva como opositora do modelo representacionista (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1992). Na abordagem representacionista, o sujeito e o mundo são dois componentes pré-existentes e a relação cognitiva se sustenta na recuperação de características dos objetos do mundo que são por este representado internamente em suas mentes. Visto que há uma separação forte entre sujeito e objeto, a ponte entre estes polos dicotômicos se encontra nas representações mentais do mundo.

As teorias cognitivas representacionistas (cognitivismo e até certo ponto o conexionismo) buscaram uma naturalização do pensamento cartesiano, o que se mostrou na teoria e na prática um empreendimento muito limitado. Em oposição, a abordagem da enação pressupõe que a cognição não significa um esquema de representações do mundo à parte por uma mente pré-existente e independente (desacoplada), e sim, a ação de uma mente mundana com base numa história de ações diversas realizadas pelo ser no mundo.

Thompson (2013) traz um panorama dos sistemas dinâmicos que formam um fundo para a abordagem enativa. Para o autor, a ênfase que a abordagem enativa confere à autonomia é uma característica distintiva dessa abordagem. Autonomia e heteronomia para Thompson (2013, p. 64) “significam literal e respectivamente governado pelo próprio e governado por outro”. Ainda na visão do autor, que se baseia em Varela (1979), um sistema heterônomo é definido pelo fluxo informacional e por mecanismos de controle externos, enquanto que num sistema autônomo o controle do sistema está na dinâmica endógena, na capacidade de autopoiese (autoprodução) do organismo no meio. Ressalta ainda a importância de diferenciar um sistema autopoietico, que é o sistema molecular delimitado autoprodutivo,

que produz sua própria fronteira material frente ao meio, de um simples sistema autônomo, que pode possuir ou não essa membrana/fronteira com o externo.

Para Maturana e Varela (1995), a um sistema cognitivo não é necessário um conjunto de representações, pois a condição fundamental para que seja cognitivo é existir como um sistema autopoietico. A teoria da deriva natural tem como ponto central o papel do comportamento na história da evolução dos seres vivos, definido como “a dinâmica de relações e interações que ocorrem no encontro da libertação do ser vivo com o meio em que realiza sua existência ao operar como tal.” (MATURANA; MPODOZIS, 1992, p.09). A *evolução*, para Maturana e Varela (1995) é uma *deriva natural*, produto da constância da adaptação e da autopoiese.

Na teoria da deriva natural, a adaptação é tão invariante quanto à organização: não pode haver organismos mais ou menos adaptados, pois todo curso ontogenético e filogenético (que são dinâmicas sistêmicas) implica a conservação da adaptação como condição para a realização da organização autopoietica de cada organismo. (MATURANA; MPODOZIS, 1992 apud VIANNA, 2008, p. 140).

Acoplamento estrutural é o nome dado à história de interações entre dois ou mais sistemas, que leva a uma congruência estrutural entre eles. Varela, Thompson e Rosch (1992), Thompson (2013) pressupõem então, a partir dessa ideia, que as mudanças de estado de um sistema autopoietico resultam do seu fechamento operacional e acoplamento estrutural, e que aquilo que é definido como sistema autônomo ou heterônomo vai depender sempre do contexto no qual está inserido.

A vida biológica, vista da perspectiva da autopoiese, providencia um caso paradigmático de coemergência dinâmica. Um todo autopoietico mínimo emerge da interdependência dinâmica de uma fronteira de membrana de uma rede de reações químicas internas que produzem e constituem o todo, enquanto o todo as produz e subordina a ele. (THOMPSON, 2013, p. 87).

A vida biológica é um caso de coemergência entre sistema vivo (cognitivo) e nicho (ambiente modificado), onde a auto-organização do sistema vivo está acoplada com o meio, mantendo um equilíbrio de mútua determinação (MATURANA; VARELA, 1995). Neste sentido, é neste equilíbrio que as ações do sistema autopoietico no mundo são adaptativas. Com efeito, a inteligência de um sistema não ocorre porque possui um sistema de símbolos físicos ou padrões representacionais emergentes, mas sim porque é um sistema autopoietico incorporado a um nicho. A mente é assim corpórea, não tendo seus processos limitados pelo corpo, pois estes se prolongam pelo acoplamento ao meio.

Um ser vivo não é um conjunto de moléculas, mas uma dinâmica molecular, um processo que acontece como unidade separada e singular como resultado do operar e no operar, das diferentes classes de moléculas que a compõem, em um interjogo de interações e relações de proximidade que o especificam e realizam como uma rede fechada de câmbios e sínteses moleculares que produzem as mesmas classes de moléculas que a constituem, configurando uma dinâmica que ao mesmo tempo específica em cada instante seus limites e extensão. Esta rede de produção de componentes resulta fechada sobre si mesma, porque os componentes que produz a constituem ao gerar as próprias dinâmicas de produções que a produziu e ao determinar sua extensão como um ente circunscrito, através do qual existe um contínuo fluxo de elementos que se fazem e deixam de ser componentes segundo participam ou deixam de participar nessa rede, o que denominamos autopoiese. (MATURANA, 1992, p. 7).

A Figura 5 ilustra um sistema autopoietico assim como é proposto pela teoria enativa de Maturana e Varela.

Figura 5 – Sistema autopoietico ilustrando o organismo em seu meio



Adaptada de: VIANNA, 2008, p. 140.

Para Maturana e Mpodozis (2000), a organização dos seres vivos, em sua dinâmica fechada, possibilita que sua estrutura se modifique de acordo com o histórico de interações particulares de cada indivíduo. Sendo que não há alteração do processo organizativo em si, uma vez que caso isso ocorra, dá-se a extinção do ser. Segundo os autores esse fenômeno possibilitou a diversificação dos seres vivos ao longo de uma história evolutiva por Deriva Natural (MATURANA; MPODOZIS, 2000).

O acoplamento estrutural ocorre quando indivíduos autopoieticos têm com processos de interações recorrentes e seu histórico de transformações (ontogenia) conserva sua identidade singular original, esse processo marca a imposição da individualidade de cada ser vivo. Por outro lado, á história de adaptações ocorridas por meio de processos reprodutivos dá-se o nome de filogenia.

Ambos, o sistema vivo e o ambiente (entorno), modificam-se de modo coerente. O ser vivo age sobre o ambiente, que age sobre o ser vivo e, assim, sucessivamente, estabelecendo mudanças numa relação circular. A esta relação, Maturana e Varela chamam de acoplamento estrutural. Sempre que o ser vivo e as circunstâncias mudam em conjunto, através do acoplamento estrutural, ocorre um processo denominado “deriva natural”. Varela propõe que a autopoiese tem por base uma concepção circular e auto referencial dos processos, de uma classe de organizações com características próprias, que dão ao sistema uma dimensão autônoma. O que caracteriza esta classe de organizações é o princípio da clausura operacional, compreendido como um sentido de operação no interior de um espaço de transformações, ou seja, não é fechamento nem ausência de interação. Uma organização autopoietica é aquela em que existe uma produção contínua de si mesmo e não existe separação entre produtor e produto, pois o ser e o fazer são inseparáveis nesse modo específico de organização. Na organização do vivo, o que interessa não são as propriedades de seus componentes, mas os processos e as relações entre os processos, realizados por meio dos componentes. (SANTOS, 2013, p. 2288).

No entanto o entendimento de autopoiese não está relacionado apenas ao campo da biologia e essa premissa de auto-organização permite que algumas questões que até então permaneciam em discussão possam ser esclarecidas.

3.1.1 A teoria da autopoiese de Maturana e Varela

Para que seja possível compreender o processo biológico por trás das arquiteturas comportamentais é necessário utilizar como ponto de partida a ideia de que somos seres eminentemente autoprodutivos em nossa estrutura:

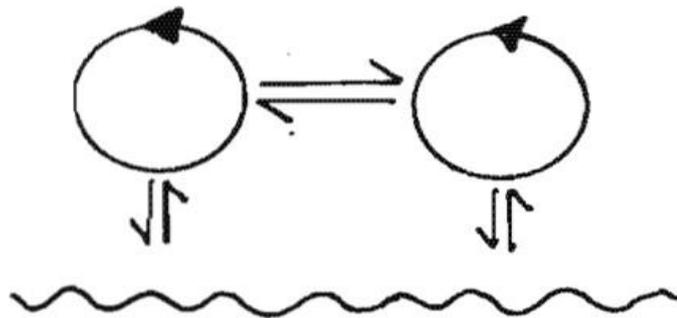
Autopoiese quer dizer autoprodução. A palavra surgiu pela primeira vez na literatura internacional em 1974, num artigo publicado por Varela, Maturana e Uribe, para definir os seres vivos como sistemas que produzem continuamente a si mesmos. Esses sistemas são autopoieticos por definição, porque recompõem continuamente os seus componentes desgastados. Pode-se concluir, portanto, que um sistema autopoietico é ao mesmo tempo produtor e produto. (MATURANA; VARELA, 1995 apud MARIOTTI, 1999, p. 1).

A partir da compreensão de que o caráter autoprodutivo da biologia humana desencadeia as interações e determina acoplamentos estruturais entre as células, organismos, grupos sociais e meio, fica um pouco mais clara a gênese das relações culturais.

O acoplamento estrutural ao meio como condição de existência abrange todas as dimensões de interações celulares e, portanto, também as que incluem outras células. As células de sistemas multicelulares normalmente existem somente estando estreitamente agregadas a outras células como meio de realização de sua autopoiese. Tais sistemas são resultado da deriva natural de linhagens em que essa estreita agregação se conservou. (MATURANA; VARELA, 1995, p. 106).

O fato de agentes com grande autonomia como os humanos se comportarem de maneira notadamente uniforme e regular, de modo que essa conduta seja considerada até mesmo como uma espécie de padrão imutável e estático, se torna passível de alguma compreensão se tomamos como ponto de partida a perspectiva biológica. Ao estarmos incessantemente em processo de autoprodução, isso leva a que estejamos em sintonia com as variações em ação no meio em que vivemos o que para Maturana e Varela (1995), foi determinado como “acoplamento de terceira ordem”, pois se refere ao acoplamento de organismos multicelulares complexos com o meio (inclusive aí outros organismos complexos). Isto posto, entendemos que os comportamentos em cadeia de determinadas sociedades estão diretamente relacionados com a forma como o acoplamento com o meio e com os pares é dada, essa característica de uniformidade dos comportamentos se deve inicialmente às interações de organismos biológicos pelas quais os grupos e indivíduos coemergem, passam a existir e essa característica é essencialmente determinante para o estudo da cultura e de seus desdobramentos (FIG. 6).

Figura 6 – Representação esquemática do acoplamento entre dois organismos e com o meio



Fonte: MATURANA; VARELA, 1995, p. 112.

3.1.2 A linguagem como conduta social

Para Maturana e Varela (1995), a comunicação é uma conduta coordenada por uma ligação de terceira ordem, em que por conduta define-se um movimento, uma interação, isto é, um acoplamento estrutural. A linguagem é tratada em seu sentido natural e incorporada ao nicho. Como unidade de terceira ordem entende-se o surgimento de uma nova unidade oriunda da interação com uma unidade predecessora autopoiética, em que há a união sem a perda da identidade do organismo (não ocorre uma fusão dos organismos). O escopo da ação de terceira ordem é diferente do das unidades que a compõem. As formas podem atuar

interatuar em um nível específico, uma unidade de ordem superior é formada, o sistema social.

Todas as interações entre os indivíduos de um sistema social ocorrem de modo a manter a organização do sistema social. Assim os processos sociais produzem e mantêm a estrutura social indispensável para a ocorrência de tais processos (autopoiese). A teoria enativa chama de comunicação às ações sociais que ocorrem entre os indivíduos de um sistema social envolvidas na autoprodução deste sistema. Já o domínio linguístico nesse contexto são todas as condutas linguísticas, isto é, todo processo comunicativo que se volta sobre a própria comunicação. Assim ao planejarmos que vamos nos encontrar amanhã às 14 horas estamos pela comunicação regulando a comunicação, agindo assim por definição no domínio linguístico (MATURA; VARELA, 1995).

O acoplamento estrutural entre duas ou mais unidades autopoieticas de primeira ordem, mantendo a organização autopoietica, resulta em uma unidade autopoietica de segunda ordem e assim por diante (MOREIRA, 2004). Os acoplamentos estruturais de Maturana e Varela têm subdivisões organizativas: domínios de primeira, segunda e terceira ordem. Para os domínios de primeira ordem, temos domínios da fisiologia e da conduta. O domínio da fisiologia diz respeito ao domínio sistêmico estrutural, próprio dos vários componentes da unidade; já o domínio da conduta diz respeito ao domínio fenomênico da unidade autopoietica, que é especificado pelas interações da unidade composta com o ambiente, enquanto unidade simples, quer dizer, percebida e entendida como uma totalidade: é o domínio dos fenômenos percebidos como comportamentais, do ponto de vista do observador externo à estrutura do sistema. Os dois domínios, ou os pontos de vista do sistema e do observador, não podem ser confundidos, sob perigo de ocorrerem confusões epistemológicas (TEIXEIRA, 2004).

Qual a reflexão prática acerca da comunicação segundo Maturana e Varela? Para os autores o determinismo estrutural (significa que as transformações em uma unidade autopoietica estão limitadas somente ao que sua estrutura permitir, e essas alterações já estão estruturalmente condicionadas pelo meio). A relação do acoplamento estrutural de segunda ordem com a comunicação social (autopoiese de terceira ordem) é muito forte, pois uma unidade autopoietica é condicionada pela comunicação, até onde permite a sua estrutura. Como exemplo, não somente nosso cérebro é modificado pela palavra, mas também histórias e vídeos de culinária podem nos fazer salivar, etc. Notamos que, grande parte da problematização mente-corpo se encontra sobre as relações entre sistemas autopoieticos de primeira, segunda e terceira ordem. Com efeito, a formulação da mente corpórea substitui o

interacionismo cartesiano mente e corpo, assim como formulações contemporâneas que têm dificuldades em se desvencilhar de suas raízes cartesianas. Não há uma mente extracorpórea interagindo com o corpo natural. (THOMPSON, 2013; CARVALHO, 2018).

Os eventos sociais são efeitos complexos da conexão estrutural entre os elementos, mas ativos sobre estes. Neste sentido, os sistemas são causais, não havendo primazia do “biológico” (da autopoiese de segunda ordem) sobre o “social” (da autopoiese de terceira ordem), por exemplo. Ambos os sistemas modificam, limitam o outro, ocorrendo então uma coevolução onde um é ambiente do outro sistema autopoietico.

A linguagem humana ocorre assim como um fenômeno intersistêmico (CARVALHO, 2018), pois seus processos não estão limitados ao “biológico” ou ao “social”, estritamente à autopoiese de segunda ou de terceira ordem. A linguagem possui processos intersistêmicos, interníveis autopoieticos. Assim os processos da linguagem envolvem tanto processos ao nível cognitivo de segunda quanto de terceira, isso como um fluxo contínuo possibilitado pelo acoplamento estrutural dos sistemas cognitivos. Efetivamente, é neste fluxo intersistêmico que identificamos também a mente estendida, não somente a linguagem.

A linguagem como processo autopoietico é assim uma produção, constituída por e constituinte de um nicho. Suas verdades são locais, suas elocuições fazem sentido ali onde surgiu e persevera (deriva natural). Não é vista então como algo que pode revelar verdades absolutas ou revelar o ser em si, mas sim como produtora social de um mundo.

A linguagem não foi nunca inventada por ninguém somente para perceber um mundo externo. Portanto, ela não pode ser usada como uma ferramenta para revelar este mundo. O fato é que, é através do linguajar que o ato do conhecimento, da coordenação comportamental que é a linguagem, constitui um mundo. Nós elaboramos nossas vidas numa mútua dependência linguística, não porque a linguagem nos permite revelar a nós mesmos, mas porque somos constituídos na linguagem em uma contínua evolução que produzimos uns com os outros. Encontramos a nós mesmos nesta dependência co-ontogênica, não como uma referência já existente nem com referência a uma origem, mas como uma contínua transformação na evolução do mundo linguístico que construímos com os outros seres humanos. (MATURANA & VARELA, 1995, p. 252).

A comunicação e seu domínio linguístico estão assentados literalmente sobre as ações comuns dos organismos complexos. Todavia, a comunicação não é vista pelos enativistas como uma rede social de processamento da informação. O processo em que se dá a comunicação não está relacionado ao que se fornece, mas sim com o que ocorre com o organismo em sua estrutura. Segundo Thompson (2013) não devemos falar de processamento da informação, mas sim de processos informacionais. Processos comunicativos em sistemas autopoieticos são processos informacionais, pois as ações coletivas (processos sociais)

mantêm a estrutura social, que por sua vez possibilita a ocorrência destas ações. É assim na coerência do sistema autopoietico que as ações e coordenações entre os elementos do sistema fazem sentido, que eles se informam uns aos outros de modo a coordenar suas ações individuais.

Todavia, um ponto delicado na teoria enativa sobre a comunicação é a conceptualização dos processos semióticos. Isto ocorre, pois, ao surgir em oposição à teoria cognitivista e conexionista, a teoria enativa se dedicou a uma crítica radical ao conceito de representação. Todavia, ao contrário de uma corrente enativa radical, entendemos que processos semióticos enativos existem e precisam ser mais bem investigados (CARVALHO, 2008; CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016). A assimilação do conceito de informação na teoria da enação é uma tarefa difícil sobre a qual vamos nos dedicar ao trabalharmos sobre a Teoria Sistemas Complexos da Cognição. A informação será tratada como em processos semióticos emergentes, os quais propomos como a base do domínio linguístico ao ocorrer quando a comunicação se desdobra sobre ela mesma.

3.2 Mente fenomenológica e Enação

A proposta de alguns autores contemporâneos como Gallagher e Zahavi (2008) e de Thompson (2013), inspirados pela corrente fenomenológica merleau-pontyana, é a de um estudo interdisciplinar que entende que a mente humana e de outros seres vivos não pode ser reduzida simplesmente àquilo que se passa dentro do cérebro do indivíduo.

A neurofenomenologia de Francisco Varela (1996) tem como premissa a conciliação das abordagens de primeira e de terceira pessoa. Para tanto, é necessário verificar os relatos das experiências de sujeitos e o mapear a atividade cerebral, resultando assim numa análise em que os relatos experienciais legitimam o conteúdo do mapeamento cerebral. “A neurofenomenologia é um método de estudo da consciência que combina em si o exame disciplinado das experiências subjetivas com a análise dos padrões e processos neurais correspondentes.” (CAPRA, 2002, p. 51).

Para Gallagher e Zahavi (2008), a neurofenomenologia propõe a integração da análise fenomenológica da experiência com a teoria de sistemas dinâmicos e as experimentações empíricas sobre sistemas biológicos. Influenciado por Husserl, Varela indica os conceitos do método fenomenológico como aplicação da epoché,⁵ e da redução

⁵ “A epoché desenvolve-se numa outra perspectiva fenômeno lógica, significando duas coisas: a primeira, uma atitude que não visa a abstenção habitual do mundo natural como insignificante; a segunda, uma atitude

fenomenológica, ⁶ como basilares para a metodologia da neurofenomenologia. O filósofo defende que é necessário reaprender a habilidade da descrição fenomenológica e transformar de forma robusta o modo de fazer ciência.

Através dos conceitos extraídos de correntes teóricas como a da teoria da enação de Maturana e Varela (1980), defendemos também que a biologia, a psicologia e a computação precisam passar por uma transformação metodológica no que diz respeito ao entendimento da consciência e intencionalidade. Em ciência cognitiva enativa, busca-se superar o naturalismo ingênuo que entende a experiência como outra coisa que não ação (por exemplo, como uma propriedade que paira sobre processos). A teoria enativa abre campo para a discussão da relação mente-cérebro-corpo de uma perspectiva cognitivo-fenomenológica, o que segundo a proposta de Varela (1996) significa uma naturalização da fenomenologia, mas também uma mundanização da natureza. As ações não são coisas desprovidas de experiência, mas são experiência elas mesmas.

A teoria enativa recupera a fenomenologia, mas não em uma perspectiva fundacionista, e sim em uma perspectiva dialogal, considerando que o mundo fenomênico é impenetrável pelo método experimental, a ciência precisa usar também do método fenomenológico para dar conta de uma investigação natural integral da consciência (VARELA, 1996). A investigação fenomenológica não é feita assim *a priori* da investigação experimental, mas a par e passo com esta e isso em toda e qualquer ciência. Este modo de ver o pensamento fenomenológico vem da própria origem da fenomenologia com Carl Stumpf (ver SMITH, 1988) e sua continuação do pensamento da Psicologia da *Gestalt* (ver KOHLER, 1929/1968). Notoriamente, na história da fenomenologia, a fenomenologia enativa se distancia da corrente husserliana em diversos pontos, um destes é a oposição ao fundacionismo fenomenológico husserliano.

Dada a vastidão da temática, o que se pretende é contextualizar alguns conceitos da fenomenologia por meio de autores contemporâneos e a seguir discorrer sobre mente

filosófica que nos leva a olhar para o mundo como recebendo a doação da liberdade total. Passa a existir uma correlação universal entre a consciência e o mundo. Enquanto que na via cartesiana, o método de abstração aí, era o de atingir um ego transcendental purificado, agora, o novo caminho é o de afirmar o mundo da vida como o novo começo radical: o da predoação (Vorgegebenheit) desse mesmo mundo, como mundo da vida e da ação.” (CANTISTA; MARTINS, 2002, p.544).

⁶ “Husserl desenvolve sua fenomenologia no contexto dos desafios impostos pelos rumos que tomavam as ciências no início do século XX. Para combater as tendências positivistas das ciências do homem (nas figuras do logicismo, do historicismo e do psicologismo), por reduzir o mundo e a experiência humana a objetos manipuláveis instrumentalmente, mas também as da própria filosofia, por ignorar o sujeito que produz o conhecimento e o próprio mundo da vida, da experiência pré-científica, Husserl busca um método filosófico que permita superar o reducionismo científico e torne possível o „retorno às coisas mesmas”, aos „fenômenos”, ou aquilo que „aparece” à consciência. A intencionalidade e a redução fenomenológica serão as ferramentas desse método, o método fenomenológico.” (CESCATO, 2011, p. 270).

estendida e linguagem de uma perspectiva enativa. Para a teoria enativa, as células estão em um campo fenomênico (o da autopoiese de primeira ordem), os tecidos em outro campo fenomênico (o da autopoiese de segunda ordem) e assim sucessivamente em uma hierarquia complexa da natureza. O campo fenomênico do corpo vivido é gerado como seu processo autopoietico. Um ser cognitivo mínimo, como a célula, é tanto senciente quanto sapiente e nós humanos somos uma complexificação disso em níveis de autopoiese mais elevados. Este pensamento desfaz a antropomorfização da consciência. Com efeito, a consciência humana é somente mais um tipo dentre tantos tipos de consciência no mundo. A fenomenologia enativa desconstrói o pilar da fenomenologia husserliana centrado no ser humano. Com efeito, o foco antropológico é substituído pelo biológico aos termos a vida como ponto central para compreensão do campo fenomênico. A fenomenologia da *Gestalt* também desconstruiu o viés antropológico da fenomenologia, mas não se aprofundou em direção às formas mais simples do vivente. Entender o campo fenomênico pela vida (pelo conceito de autopoiese) é um diferencial também para com a fenomenologia da *Gestalt*, que partiu suas análises do sistema nervoso e das relações sociais, mas que não conceptualizou o campo fenomênico a partir dos seres vivos unicelulares, as formas de vida mais simples.

Merleau Ponty se baseia na psicologia da *Gestalt* para definir forma e diz que essa forma possui propriedades originais em relação às partes que a constituem, que os processos dependem uns dos outros para sua própria geração e constituem um sistema único, então um tipo de forma ou organização, donde a palavra alemã *Gestalt* (PONTY, 1963 apud THOMPSON, 2013).

Thompson (2013, p. 98), propõe baseado em Merleau Ponty e Varela, que as estruturas vivas são ontologicamente emergentes em relação às estruturas físicas, que constituem ainda “uma nova ordem da natureza que é qualitativamente distinta da ordem física”.

Explicar a emergência e a presença da sensiência no mundo natural é um dos maiores desafios da ciência da mente na atualidade. Para Thompson (2013), a separação dualista de consciência e vida torna a compreensão da consciência na forma básica de experiência senciente impossível de acontecer. O autor defende que a vida e a mente fazem parte de um processo de continuidade e fluidez contínuas, e que a filosofia da mente precisa estar engendrada a uma visão fenomenológica do corpo vivo. Dividir ontologicamente a consciência e a vida considerando que possam pertencer uma ao interior da outra nos conduz ao idealismo em um caso e no outro a uma visão internalista da mente, como situada no interior do corpo, no cérebro por exemplo. A mente na vida entende a mente humana, por

exemplo, como uma replicação complexa (fractal) do campo fenomênico presente desde a forma celular. Não há assim cisão ontológica entre vida e mente na teoria enativa. Já a visão dualista abre campo para um paradoxo central que é a questão de como um sistema físico pode ser capaz de produzir funções complexas e como a consciência vista como subjetiva pode estar relacionada com o mundo natural, que é externo.

A perspectiva Aristotélica de consciência e vida, que já considerava uma nova forma de pensar a consciência como experiência, segundo Mathews (2007) e Thompson (2013), foi destituída por Descartes. Aristóteles já considerava a unidade da alma e da vida de um ponto de vista impessoal e não discutia o corpo de um ponto de vista subjetivo. Para Thompson, o cartesianismo colocou por terra essa percepção aristotélica e causou confusão ao entendimento da relação corpo e mente pelo viés fenomenológico. O autor também faz uma crítica profunda ao conceito de “zombie” defendido por filósofos contemporâneos, que pregam que é perfeitamente possível separar mente e corpo fisicamente falando. Para a teoria enativa de Maturana e Varela, a mente está na vida, é um desdobramento da vida e não há separação entre uma coisa e outra, é na verdade um mesmo grande fluxo contínuo.

Thompson (2013) e Gallagher e Zahavi (2008) apresentam como se constitui assim a consciência natural a partir de sistemas autopoieticos. É importante também entender que subjetividade e objetividade coemergem a partir da consciência, não passando ambos de um produto da consciência. É na consciência que aparece a relação sujeito/objeto. Assim pensar uma experiência ou uma consciência como posterior e pertencente a um sujeito e sobre um objeto prévio no mundo é a base de uma atitude natural ingênua, a qual é à base do cartesianismo e das teorias cognitivas representacionistas. Por consequência, a mente é vista por teorias representacionistas não como estendida às interações, mas restrita ao corpo do sujeito da experiência, ao sujeito da ação. O sujeito, ao invés de entendido como formado na experiência/ação, como ocorre para a fenomenologia naturalizada da teoria enativa, é visto como a fonte da ação e da experiência em uma atitude natural ingênua.

3.3 Signo, linguagem e mente estendida

A relação entre a teoria semiótica de C. S. Peirce (1931-1958) e a teoria enativa é um grande desafio, capaz de trazer grande clareza na concepção pragmática de mundo (CARVALHO; PEREIRA; COELHO, 2016; COELHO, 2018). Segundo os autores, existe ainda muito que se fazer sobre a investigação da linguagem sob a perspectiva da teoria enativa, mas esta não é possível de ser feita sem que a própria teoria enativa passe, neste

processo, por modificações. Segundo Carvalho (2008), Carvalho, Pereira e Coelho (2016), é neste ponto em que o debate sobre o surgimento de uma perspectiva sistemas complexos da cognição a partir da teoria enativa fica mais em evidência. Sobre a semiótica de Peirce, ocorre em sua reinterpretação enativa o mesmo que ocorre com os conceitos husserlianos, isto é, uma naturalização. Todavia, em analogia ao modo de pensar de Varela (1996) sobre a relação fenomenologia e natureza, a naturalização da semiótica leva também à semiotização da natureza.

Peirce estava preocupado com o fluxo da compreensão da realidade feito pelo nosso pensamento por meio dos signos, para tanto, os subdividiu em três categorias distintas as quais chamou de símbolo, índice e ícone. O signo na visão semiótica do autor está representado em uma relação tripartite em que haverá obrigatoriedade de existir sempre um objeto, um signo e um intérprete para que se torne possível efetuar a representação no pensamento.

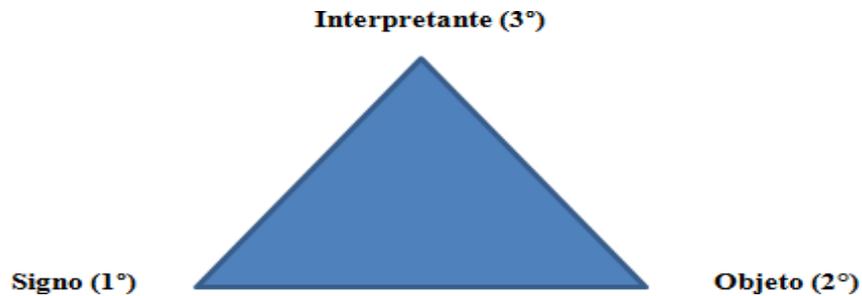
Um signo [...] é um Primeiro que está em tal relação triádica genuína com um Segundo, chamado seu Objeto, de forma a ser capaz de determinar um Terceiro, chamado seu Interpretante, a assumir a mesma relação triádica com seu Objeto que ele próprio [*o signo*] está com o mesmo Objeto. A relação triádica é genuína, isto é, seus três membros estão ligados de uma maneira que não consiste em nenhum arranjo complexo de relações diádicas. (CP 2.274)

Entendemos que uma experiência comunicativa, um Primeiro, quando se desdobra sobre uma experiência comunicativa (um Segundo, o objeto da primeira), funda uma relação triádica genuína, pois o organismo (o Interpretante) é parte indispensável dessa relação no sistema autopoietico de terceira ordem. Ocorrendo no fluxo experiencial dos níveis autopoieticos, o processo semiótico transpassa o organismo e no domínio linguístico o interpretante é outro que é significado como o *eu*.

Thompson (2007, p. 126), for example, says “cognition is behavior in relation to meaning and norms that the system itself enacts or brings forth on the basis of its autonomy”. That complex activity depends on the involvement with normative practices that only arise within a collective and social context. Contentless intentionality, or ur-intentionality, is not representational. Ur-intentionality is target-based, that is, it is about the world, but that exhibits no conditions of satisfaction. Content-involving intentionality, by its turn, indeed exhibits the familiar semantic properties of reference and truth, but that needs to be understood as a long-term sophisticated achievement developed throughout the organism’s involvement with normative and shared practices. (HUTTO; MYIN, 2013, p. 12).

O signo se realiza como um conteúdo envolvido em intencionalidade “*content-involving intencionalidade*”. A este nível que encontramos o domínio linguístico (FIG. 7).

Figura 7 – Tríade Semiótica de Peirce



Adaptada de: COELHO, 2018, p. 23.

Da mesma forma, objeto é chamado por Peirce, aquilo ao que o *representamen* se dirige. Na teoria linguística de Peirce existem categorias de vivência que são representadas por sentidos de primeiridade, secundidade e terceiridade respectivamente, onde o que é entendido por primeiridade é a interpretação primeira sem relação exterior alguma, a ideia da coisa tal como aparece. Secundidade diz-se da relação em que o signo aporta alguma informação ou característica concreta sobre algo. Em terceiridade, o signo aporta algo mais, aponta a relação a uma terceira coisa, o interpretante.

Como signo entende-se em Peirce algo que é para algo em vez de algo sob um determinado aspecto; é algo que é relacionado à outra coisa, que a substitui. É tudo aquilo que descrevemos como algo que nos faz lembrar algo. Para as teorias cognitivas representacionistas, o signo pertence a um sujeito e pela intencionalidade, dirigida a algo (um objeto). Assim o sujeito, como origem da ação e da experiência, também é a origem da interpretação. O intérprete/sujeito do representacionismo tem a capacidade de processar o signo no pensamento. Evidentemente que é contra esta abordagem cartesiana naturalizada que opomos a fenomenologia naturalizada da teoria enativa. Assim defendemos que um sistema cognitivo (autopoiético) precede um sistema semiótico, não o contrário. Vamos assim diretamente refutar a definição de sistema cognitivo como um sistema simbólico físico de Newell e Simon (1976).

Pretendemos aqui fazer uma descrição da tríade Semiótica de Peirce pelo método fenomenológico, encontrando para isso elementos no próprio Peirce. Mas também buscamos uma explicação naturalizada, objetiva, dos processos causais envolvidos na gênese e desenvolvimento da tríade Semiótica de Peirce e para isso buscaremos elementos tanto já fornecidos pela teoria enativa quanto pela teoria dos sistemas complexos, sobretudo no

tocante à modelagem e simulação computacional de processos semióticos (o que ocorre no próximo capítulo). Buscaremos, seguindo os preceitos da fenomenologia naturalizada de Varela e outros autores, identificar a descrição do processo semiótico obtido pelo método fenomenológico com os processos reprodutíveis da semiótica em sistemas Multiagente. Buscaremos concluir que a fenomenologia naturalizada vai para além da neurofenomenologia, podendo também o método fenomenológico ser emparelhado com o método da modelagem e simulação computacional, o que caracteriza uma ciberfenomenologia ou uma fenomenologia computacional.

3.4 O conceito de mente estendida

Defendida por Clark e Chalmers (1998), a ideia de mente estendida elenca a possibilidade de prolongamento de processos internos do cérebro e do corpo a utilitários não localizados no interior do corpo físico. Esta perspectiva de acoplamento de utilitários/ferramentas à cognição, que a teoria da mente estendida sugere, pode ser facilmente exemplificada por meio da simulação de situações cotidianas, como no caso do exemplo de resolver um complicado problema de multiplicação utilizando um pedaço ou bloco de papel. Recursos externos ao organismo, como uma peça de papel e figuras escritas nele podem ser considerados como acoplados ao processo cognitivo que é realizado com grande carga no cérebro. Parece verdade que a teoria da extensão da mente oferece uma visão útil para entender as ações cognitivas humanas. Todavia, buscamos aqui conceptualizar a mente estendida de modo fortemente pautado na teoria enativa e posteriormente na perspectiva sistemas complexos da cognição.

Clark (2003) argumenta que não há prioristicamente uma fronteira que separe o organismo humano do mundo exterior, esse limite vai ser definido durante o desenrolar das experiências realizadas com o meio. “Deve haver inúmeras formas pelas quais nós podemos um dia aumentar nosso corpo em espaços virtuais estendendo e alterando nossas próprias imagens corporais e representações.” (CLARK, 2003, p. 92). Para o autor o sucesso das interações cognitivas humanas depende diretamente de acoplamentos externos, e que o ser humano seria limitado sem essa ajuda exterior. O cérebro nesse caso se utiliza de estruturas externas para processar interações, estando assim expandidas as funções cognitivas ao meio.

Molina (2007), baseada em Clark e Chalmers explica que a mente estendida é a teoria que defende que a mente se estende no mundo, para além da pele e do crânio. O externalismo ativo, conceito pelo qual a mente estendida também é conhecida, considera os

processos mentais por uma perspectiva que ultrapassa os limites do cérebro, ao passo que a materialidade da mente permanece preservada nesse processo de acoplamento ao mundo, considerando que é necessária a suplementação do cérebro físico e das redes neuronais para que exista de fato o pensamento.

Para Gallagher e Zahavi (2008), o objeto transcendental é antes um corpo vivido, um corpo de experiências. Os autores dizem que a autoconsciência já existe a partir da perspectiva de primeira pessoa. Sua mensagem principal é que a autoconsciência não é exatamente uma consciência, mas é pré-reflexiva, ou seja, uma consciência da própria consciência. Nesse sentido, a autoconsciência sempre vai precisar da consciência. O autor ainda define a sensação como qualidade primária, e a experiência como qualidade secundária, para ele, a consciência impõe através da experiência, se revela como sujeito e objeto da experiência. Para os autores, Husserl diz que existe uma consciência através de seus atos intencionais que revela o mundo. Há consciência antes do sujeito e objeto (autoconsciência), o sujeito vem do ato consciente, antes temos consciência, depois formamos a relação sujeito e objeto. Na experiência mínima (Maturana e Varela,), é a partir dela que está o campo fenomênico, quando vem à consciência, já é a partir das experiências anteriores, ou seja, da consciência da consciência. Essa visão diz respeito à teoria enativa e as ideias de Merleau-Ponty. Gallagher e Zahavi (2008) e Thompson (2013) apresentam como o pensamento fundamental da consciência natural que o eu/objeto não passam de um produto da consciência. A consciência constrói a relação sujeito/objeto e a reflexão de atitude natural é ingênua.

Gallagher e Zahavi (2008) propõem assim um tipo de intencionalidade que sirva à teoria enativa e à mente estendida simultaneamente. Para eles, intencionalidade está relacionada ao cérebro, mas não somente a ele. Assim o cérebro é necessário, mas não suficiente. O que se chama de ação intencional para Gallagher e Zahavi está também ligado intimamente ao mundo e seus processos. A intencionalidade é um produto emergente, ela é ação e não uma propriedade de estados mentais. Sobre este ponto que iremos retornar fortemente no capítulo seguinte. Entendemos que uma noção de ação intencional pode ser vista em sistemas autopoieticos como processos semióticos emergentes.

Propositions are the paradigmatic bearers of semantic properties such as truth, and have been used as models to understand other kinds of cognitive processes, perceptual processes, for example. So, most (if not all) of cognitive activity is understood as being an attitude (or some similar activity or process) towards something that is supposed to work similarly to a proposition, or in the Philosophy of Mind talk, a contentful mental state that represents a state in the world, which can

then be evaluated semantically, as being true or false (or as accurate or not and so forth) “very narrow vision of intentionality”. (HUTTO; MYIN, 2017, p. 98).

A abordagem enativa defende que a mente humana acontece através de processos auto-organizados de terceira ordem que são responsáveis por proporcionar uma interligação entre o cérebro, o corpo e o meio em níveis múltiplos, podemos então dizer que ela é intersistêmica. “São como estes processos, o do domínio fisiológico e o do domínio comportamental, que se realizam a vida e a mente como corpóreas e não como uma propriedade pairando sobre o sistema autopoietico.” (CARVALHO, 2018, p. 115).

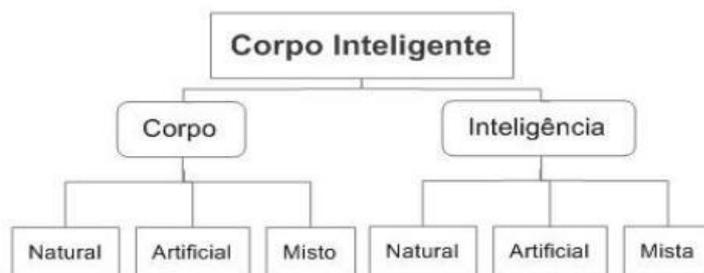
Quadro 1 – Mente em Ciências Cognitivas: quadro comparativo:

| | COGNITIVISMO | CONEXIONISMO | ENATIVISMO | SISTEMAS COMPLEXOS |
|-------|--|---|--|---|
| MENTE | Mente como processamento de símbolos físicos materiais (NEWELL& SIMON, 1976). | Fenômenos da mente como processos neuronais e a computação como processos dinâmicos, distribuídos e estocásticos ocorrendo em redes de unidades de processamento de símbolos. (Mc CULLOCH & PITTS, 1943) | Mente estendida como conduta social, não está limitada ao cérebro, ao sistema nervoso e aos limites da pele dos organismos complexos. (MATURANA & VARELA, 1995) | Mente estendida como processos semióticos de um coletivo de agentes. As adaptações dos organismos ao meio ambiente se originam de processos auto-organizados. (STEELS, 2000; 2003; 2006) |

Fonte: Autoria própria

Para Molina (2007) o ciborgue (proposto por Clark e Chalmers) é uma construção tecnológica baseada nos organismos inteligentes naturais, e considerando que inteligência e corpo podem ser representados de três formas (naturais, artificiais ou mistos), apresenta a seguinte estrutura (FIG. 9).

Figura 8 – Esquema de organização da mente estendida segundo Clark e Chalmers



Fonte: MOLINA, 2007, p. 37.

Defendemos nesta dissertação que o melhor modo de entender o conceito de mente estendida parte da teoria da enação e que importantes avanços podem ser feitos de uma perspectiva sistemas complexos da mente. Vejamos um trecho de Maturana: “A mente não é alguma coisa que está dentro do cérebro. Consciência e mentes pertencem ao domínio da dependência social. Este é o locus da sua dinâmica.” (MATURANA, 1992, p. 234). Neste sentido, entendemos que a teoria enativa da cognição já propõe uma noção de mente como estendida e é capaz de fundamentar bem o debate trazido por Andy Clark.

Para Carvalho (2018) a mente estendida na perspectiva da teoria enativa é, então, um processo intersistêmico, vejamos:

Um sistema, S, é constituído de elementos s, {J, K, N}. Os elementos (eles mesmos sistemas em um nível inferior na hierarquia) se encontram em interação, o que se denomina por um processo emergente, P1, se e somente se: 1. P1 for processo tanto do fechamento operacional do sistema quanto de seu acoplamento estrutural. S é um sistema aberto, elementos s são incorporados a P1 e também, através de P1, reenviados para um ambiente, A. O fechamento operacional de P1 mantém a autopoiese de S, de forma (configuração ou topologia), F. 2. A realização de S é verificável pela manutenção de F e P1. O sistema S, unificado (operacionalmente fechado), passa a interagir, através de seu acoplamento estrutural, como um todo, inaugurando, em um nível superior de organização sistêmica, novas interações. Neste sentido, seja um sistema Q, constituído de elementos q, tal que S seja um elemento q de Q. Q possui processos emergentes dados a interação de seus elementos. Denominemos o processo emergente de Q de P2. 3. A é Q. 4. S realiza-se como um sistema complexo, em um equilíbrio robusto (resiliente, estacionário) entre F, P1 e P2 que se delimitam e determinam mutuamente. Neste cenário ontológico assim circunscrito, seja N a natureza. N é constituída por interações hierárquicas complexas de sistemas n, {..., S, Q,}. Uma mente corpórea, M, é um sistema S incorporado a Q. De tal modo que seus qualia são isomorfos a F. Retomando Maturana e Mpodozis (1992/2000), podemos reconhecer em S e P1 o cerne do que denominaram de domínio fisiológico e em S como pertencente a Q e envolvido por P2 o cerne do que chamaram de domínio comportamental. 124 A realização da mente não ocorre em qualquer nível de organização sistêmico. Neste sentido, M, é um sistema corpóreo cujos processos P1 e P2 ocorrem em certo nível de complexidade de organização dos sistemas, como, por exemplo, o dos organismos multicelulares dotados de neurotransmissores e o de máquinas complexas de computação autônoma. A mente, tal como a conhecemos, encontra-se como um fluxo de ação intersistêmico em um nível da hierarquia complexa da natureza os quais nomeamos S e Q. (CARVALHO, 2018, p. 123-124).

A perspectiva defendida pelo autor é a de que não há uma propriedade causada por processos emergentes; “A eficiência causal da mente encontra-se ao nível de S e não de seus elementos. [...] A consciência não é causada pela interação dos neurônios do Sistema Nervoso, ela se constitui destas interações mesmo.” (CARVALHO, 2018, p. 128). Essa é a abordagem de estudo da mente que defendemos nesta pesquisa: estendida e não limitada aos

contornos do corpo físico, mas capaz de realizar processos semióticos que sejam eles também estas interações mesmo.

Já Estrada (2018), propõe um debate sobre a literatura enativa contemporânea e conclui, em seu artigo “Conscious Enactive Computation” (2018), que é possível uma nova perspectiva sobre a convivência com as máquinas, para além da perspectiva enativista e da proposta de Clark. Seguindo a análise de Estrada, podemos dizer que Clark é um neo-conexionista que assimilou conceitos enativos, mas que continua sendo um connexionista, ao defender que a mente está no cérebro, por exemplo:

Clark’s alternative doesn’t appeal to enactivists because the world-involving aspects of predictive coding appear linear and open, like a computer, rather than closed like an organism. This isn’t an accurate perception; the cascade of neural activity develops with looping feedback until the neurons reach stability, so there are functionally closed processes; those processes just aren’t extended and world-involving. They only involve neurons and their cortical support. Enactivists are attracted to externalism because they view consciousness as inherently world-involving and organizationally closed. Just as with Villalobos’ computer, enactivists are hoping to find closure in the organizational structure of the embodied conscious state. Since closure is an indicator of unification and wholeness, enactivists expect neural activity and world-involving processes to demonstrate functional interdependencies. Clark’s argument that the neural activity is not functionally dependent on external processes is therefore fatal to the view (ESTRADA, 2018, p.7).

Segundo Clark (2013), a atividade constitutiva de uma experiência consciente ocorre dentro dos disparos neurais. Clark reivindica uma abordagem explicativa, a "codificação preditiva" baseada em "um modelo generativo hierárquico", com foco em um erro de previsão em uma cascata bidirecional do processamento cortical. Por consequência, a influência dominante em um neurônio é simplesmente a atividade de outros neurônios. Em seu ponto de vista, é improvável que desempenhe um papel constitutivo na experiência consciente (Conexionismo).

De acordo com as críticas de Estrada (2018) a Clark (2013), a abordagem de codificação preditiva não é estendida e o envolvimento do mundo é fundamental na teoria enativa.

A análise enativa intersistêmica da mente facilita o entendimento do conceito de mente estendida em ciência cognitiva enativa, oferece uma visão útil para entender as ações cognitivas humanas e de outros organismos complexos, assim defendemos.

Apresentamos neste capítulo o conceito de mente estendida e de linguagem como conduta social na teoria enativa de Maturana e Varela. Desenvolvemos o conceito de mente estendida em Clark. Estes autores dialogam com a perspectiva de que há existência de

sistemas cognitivos estendidos ao meio, isto é, os processos cognitivos não estão limitados ao cérebro, ao sistema nervoso e aos limites da pele dos organismos complexos.

Quadro 2 – Mente estendida e linguagem como conduta social

| | ENATIVISMO CLÁSSICO (EC) | ESTRADA (2018) | NOSSA POSIÇÃO |
|--------------------|---|---|---|
| CONSCIÊNCIA | <p>Naturalizando a fenomenologia: experiência no mundo. (Varela, 1995, 1996).</p> <p>"Esse [fechamento organizacional] dá origem ao que os enativistas chamam de sentido adaptativo, que serve como base para investigações sobre consciência e fenomenologia" (Estrada, 2018).</p> | <p>Não concorda com Andy Clark por levar de volta a experiência para o cérebro.</p> <p>"O erro de Clark, nessa visão, é localizar a consciência em qualquer processo único na hierarquia organizada. O apelo a várias camadas deve ser um movimento enativista familiar, um dos que Clark rejeita como supérfluo neste caso" (ESTRADA, 2018).</p> | <p>Concordamos com EC e com Estrada em sua crítica a Clark.</p> <p>Acrescentamos que os argumentos de Clark o aproximam do connexionismo.</p> |

Fonte: Autoria própria

O próximo objetivo é apresentarmos a perspectiva sistemas complexos da cognição, por meio de uma análise de modelos de linguagem emergente e mente estendida como processos semióticos de um coletivo de agentes. Veremos também que as adaptações dos organismos ao meio ambiente se originam de processos autocoordenados.

4 MENTE E LINGUAGEM COMO SISTEMAS COMPLEXOS

4.1 Sistemas Complexos e Cognição

Dentro dessa perspectiva, os sistemas, assim como são conhecidos, estão subdivididos em sistemas simples e sistemas complexos, a depender de sua estrutura de organização. Para Mitchell (2009) um sistema com um grande número de agentes em interação exibe comportamentos emergentes não triviais e auto-organizados, os quais se caracterizam como um sistema complexo. Os conceitos fundamentais desses sistemas envolvem *complexidade, dinamicidade, não linearidade, imprevisibilidade, comportamentos emergentes, processos emergentes, ordem espontânea, padrões emergentes, auto-organização e adaptação*, conforme discutiremos neste capítulo.

A *dinamicidade* é uma característica inerente e um tema principal que atravessa todas as áreas de sistemas complexos. Nosso quadro científico moderno baseia-se na ideia de que causas simples geram efeitos simples e isso coloca constrangimentos significativos sobre ele. Todavia, causas simples podem levar a efeitos complexos, o fato é que muitos dos fenômenos que estamos interessados em descrever são emergentes, advindos da interação de elementos simples e constituindo processos e formas complexas. Tentar modelar sistemas complexos usando modelos tradicionais é ineficiente, seria como simplesmente usar a ferramenta errada porque é a única disponível (BERTALANFFY, 1968).

Um *sistema* pode ser entendido como o conjunto de componentes organizados com funcionalidade (BRESCIANNI & D'OTTAVIANO; 2004). Os elementos individuais e suas interações em certo momento dão origem a uma estrutura organizada que será preponderante para determinar a existência do que se conhece como um *sistema*.

Sistemas complexos são sistemas cujo comportamento é intrinsecamente difícil de modelar devido às dependências, competições, relacionamentos ou outros tipos de interações entre suas partes ou entre um determinado sistema e seu ambiente. Sistemas que são “complexos” têm propriedades distintas que surgem dessas relações, como não linearidade, emergência, ordem espontânea, adaptação e realimentação, entre outros. Como esses sistemas aparecem em uma ampla variedade de campos, os aspectos comuns entre eles tornaram-se o tópico de sua própria área independente de pesquisa. Em muitos casos, é útil representar tal sistema como uma rede onde os nós representam os componentes e os links de suas interações (MORIN, 1997).

O estudo de sistemas complexos envolve os comportamentos coletivos como o corpus de estudo, os comportamentos e propriedades dos sistemas estão no epicentro dos estudos em sistemas complexos. Essa abordagem preconiza que um sistema, amplamente definido, é um conjunto de entidades que, por meio de suas interações, relacionamentos ou dependências, formam um todo unificado, mantendo uma gama de ações singulares, “caóticas”, perpassando o sistema. Sistemas complexos são definidos por sua borda ou limite, que determina as entidades que fazem parte do sistema, o que não impede que entidades localizadas fora do sistema tornem-se também parte de seu ambiente. Por isso podemos entendê-lo como uma perspectiva alternativa ao reducionismo, que tenta explicar os sistemas em termos de suas partes constituintes e interações. (MORIN, 2011).

Tais sistemas são investigados em campos diferentes, são, portanto, frequentemente usados como um termo amplo que envolve uma abordagem de pesquisa para problemas em diversas áreas, como um domínio interdisciplinar (ver FIG. 9).

Os componentes de interação de um sistema complexo formam uma rede, que é uma coleção de objetos discretos e relacionamentos entre eles, geralmente representados como um gráfico de vértices conectados por arestas. Redes podem descrever as relações entre indivíduos dentro de uma organização, entre portas lógicas em um circuito, entre genes em redes reguladoras, ou entre qualquer outro conjunto de entidades relacionadas. Destacam-se a formação de atratores e os *processos emergentes* da *auto-organização* destes sistemas (BERTALANFFY, 1968).

Figura 9 – Representação da atuação de interdisciplinaridade dos sistemas complexos



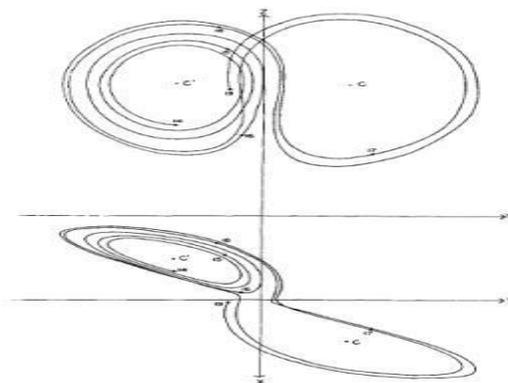
Fonte: SAYAMA (2010).

Os sistemas complexos geralmente têm *comportamento não linear*, o que significa que eles podem responder de maneiras diferentes à mesma entrada, dependendo de seu estado ou contexto. Em matemática e física, a não linearidade descreve sistemas nos quais uma mudança no tamanho da entrada não produz uma mudança proporcional no tamanho da saída. Para uma dada mudança na entrada, tais sistemas podem produzir mudanças significativamente maiores ou menores que a proporcional na saída, ou mesmo nenhuma saída, dependendo do estado atual do sistema ou de seus valores de parâmetros. (BERTALANFFY, 1968).

O caos, como se aplica aos sistemas complexos, refere-se à dependência sensível das condições iniciais, ou “efeito borboleta”, que um sistema complexo pode exibir. Em tal sistema, pequenas mudanças nas condições iniciais podem levar a resultados dramaticamente diferentes. O comportamento caótico pode, portanto, ser extremamente difícil de modelar numericamente, porque pequenos erros de arredondamento em um estágio intermediário de computação podem fazer com que o modelo gere uma saída completamente imprecisa. Além disso, se um sistema complexo retorna a um estado similar ao que ele mantinha anteriormente, ele pode se comportar de maneira completamente diferente em resposta a exatamente os mesmos estímulos, de modo que o caos também apresenta desafios para extrapolar a experiência passada. (LORENZ, 1963).

Na Figura 12 está representado um exemplo clássico de sistemas complexos. “O estranho atrator de Lorenz (1963), que pode ser definido como uma realidade matemática no qual, a partir de interações de três equações diferenciais ($f(x, y) = x - y$; $g(x, y, z) = x - y - xz$; $h(x, y, z) = xy - z$), pode-se notar o surgimento de padrões que garantem a formação de um equifinal.” (COELHO, 2018, p. 46).

Figura 10 – O estranho atrator de Lorenz



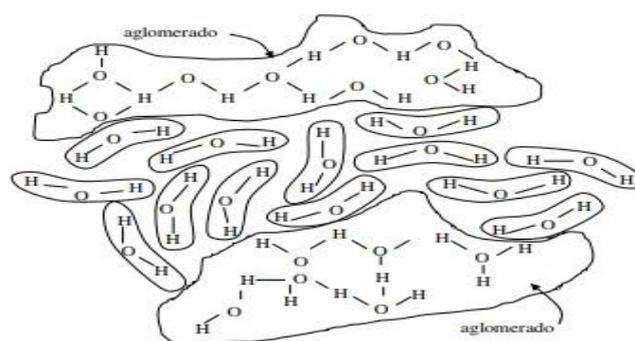
Adaptada de: LORENZ, 1963, p. 163.

É possível perceber que a figura converge em um padrão que representa uma asa de borboleta. Esse padrão persiste para além da *imprevisibilidade* a respeito do próximo resultado, o que nos leva a concluir que o final é determinado pela forma da asa da borboleta (PRIGOGINE, 1997).

Outra característica comum dos sistemas complexos é a presença de *comportamentos e propriedades emergentes*: são traços de um sistema que não são aparentes de seus componentes isoladamente, mas que resultam das interações, dependências ou relações que eles formam quando colocados juntos em um sistema. O termo emergência descreve o aparecimento de tais comportamentos, propriedades (entendidos como processos – conjuntos de ações), e têm aplicações para sistemas estudados das ciências sociais à física. A emergência é frequentemente usada para se referir apenas ao aparecimento de comportamento organizado não planejado em um sistema complexo, mas também pode se referir à quebra da organização. Descreve quaisquer fenômenos que são difíceis ou mesmo impossíveis de prever a partir das entidades menores que compõem o sistema.

Quando a emergência descreve a aparência da ordem não planejada, é a ordem espontânea. A ordem espontânea pode ser vista no comportamento de manada, em que um grupo de indivíduos coordena suas ações sem planejamento centralizado. A *auto-organização* pode ser vista, por exemplo, entre moléculas de água e seu ambiente circundante (FIG. 11).

Figura 11 – Auto-organização da molécula de água e seu meio



Fonte: Adaptado de FRANK; WEN, 1975.

A dinâmica da Abordagem Sistemas Complexos pode ser melhor compreendida observando esses conceitos básicos. Para (CARVALHO, 2008), algumas considerações acerca deles são fundamentais:

Limites de um sistema complexo são difíceis de determinar, dificultando o discernimento individual e coletivo, interior e exterior. A perspectiva do observador é muito importante nesta tarefa. Sistemas complexos são sistemas abertos. Eles consomem energia e dependem de transferências de energia. Tendo esse fluxo de elementos e energia de entrada e saída, são incorporados sistemas que, por auto-organização, conseguem manter uma forma, um padrão estável ou uma identidade; Sistemas complexos têm memórias. A organização do sistema é feita pela interação dos elementos do sistema aberto. Como um sistema é dinâmico, ele muda com o tempo, mas pode manter as "memórias", respondendo à saída, de maneira semelhante quando recebe entradas semelhantes. A memória coletiva permite que os agentes dispensem uma representação simbólica interna. A construção de uma representação estrutural dentro da memória coletiva é um problema muito interessante; Sistemas complexos podem responder a sistemas hierarquicamente complexos. Nesse caso, os elementos de um sistema complexo também são sistemas complexos e uma tipologia das relações entre sistemas complexos se torna mais importante do que uma tipologia de elementos simples de ordem.; Sistemas complexos têm interações locais de seus elementos. Cada elemento não está interconectado com todos os outros. Esse é o recurso de mundo pequeno e "sem escala", onde alguns nós têm muitos links para outros, mas a maioria dos nós tem pouca conexão; Em sistemas complexos, observamos o surgimento de comportamentos que podem ser imprevisíveis a princípio, mas regulares e estáveis, uma vez que o sistema é auto-organizado. As propriedades emergem de sistemas complexos e geralmente estão relacionadas à sua forma ou configuração; Como esses sistemas não são lineares, pequenas transformações podem ter efeitos significativos e nenhum efeito; Sistemas complexos podem ser adaptáveis. Comportamentos emergentes podem ser conduzidos por feedback negativo e positivo. Os efeitos nos comportamentos dos elementos são retornados aos próprios elementos. Os principais exemplos de sistemas naturais que atendem a essa lista de requisitos são sistemas cognitivos e sistemas sociais. O cérebro, o sistema imunológico, as sociedades de insetos e as sociedades humanas também são altamente referenciadas (CARVALHO, 2018, p. 114-115).

Sistemas adaptativos complexos são casos especiais de sistemas complexos que possuem a capacidade de adaptação, pois mudam e aprendem conforme a experiência que lhes é apresentada. Exemplos de sistemas adaptativos complexos incluem o mercado de ações, colônias de formigas, a biosfera e o ecossistema, o sistema imunológico, o embrião em desenvolvimento, um sistema cultural e social, as comunidades. A padronização dos alarmes criada por um grupo de presas para defender-se de predadores programados no estudo realizado por Loula, Gudwin e Queiroz (2004) está representada abaixo (FIG.12):

Figura 12 – A simulação de agentes virtuais, usada para simular as interações das criaturas.



4.2 Modelos computacionais de linguagem emergente

A história de um sistema complexo é fundamental. Como os sistemas complexos são sistemas dinâmicos e evoluem com o tempo, os estados anteriores podem influenciar os estados presentes. Mais formalmente, sistemas complexos frequentemente exibem falhas espontâneas e recuperação, bem como histerese.⁷ (MAJDANDZIC *et al.*, 2013).

Luc Steels (2003) explica conceitualmente “as formas de inteligência por representação em modelos experimentais que envolvem a interação entre agentes artificiais autônomos compartilhando um ambiente próprio e específico” (COELHO, 2018, p.51). O autor, em seu experimento *Inteligência com Representação*, reproduziu as tartarugas robóticas de Walter (cibernética). Os robôs de Steels interagem com o ambiente e entre si em tempo real, reproduzindo interpretações de seu meio.

Figura 13 – Vista das interações entre os robôs elaborados por Steels (2003).



Fonte: STEELS, 2003, p.4.

Do mesmo autor, o experimento Talking Heads foi um experimento em grande escala no qual uma população com milhares de agentes usava câmeras móveis para capturar imagens do ambiente e jogar jogos de linguagem sobre eles STEELS (1999-2001).

⁷ “O efeito de histerese se percebe pela forma com que se observam as mudanças dos estados de equilíbrios estáveis do sistema quando variamos o parâmetro de zero a certo valor suficientemente grande e retornamos deste ao zero novamente.” (PEREIRA, 2012, p. 19).

Figura 14 – O experimento “The Talking Heads”



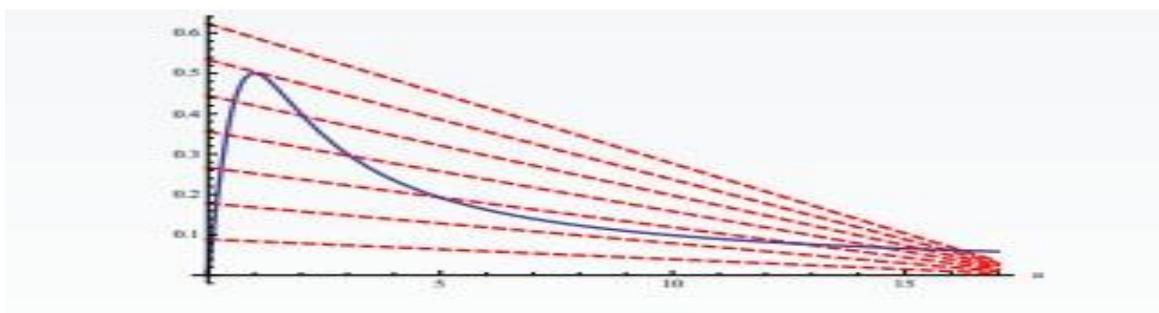
Fonte: STEELS, 2003, p.13.

Sistemas complexos podem exibir comportamentos que são emergentes, o que significa que, embora os resultados possam ser suficientemente determinados pela atividade dos constituintes básicos dos sistemas, eles podem ter propriedades que só podem ser estudadas em um nível mais alto. Por exemplo, os cupins em um monte têm fisiologia, bioquímica e desenvolvimento biológico que estão em um nível de análise, mas seu comportamento social e construção de montes é uma propriedade que emerge do coletivo de cupins e precisa ser analisada em um nível diferente.

Em termos práticos, isso significa que uma pequena perturbação pode causar um grande efeito, um efeito proporcional ou mesmo nenhum efeito. Em sistemas lineares, o efeito é sempre diretamente proporcional à causa.

Embora seja discutível que os seres humanos estudam sistemas complexos há milhares de anos, o estudo científico moderno de sistemas complexos é relativamente novo em comparação com os campos estabelecidos da ciência. A história do estudo científico destes sistemas segue várias tendências de pesquisa diferentes. Abaixo, representativa de um estado de histerese (FIG. 15) :

Figura 15 – Efeito de histerese em sistemas complexos



Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2012, p.18.

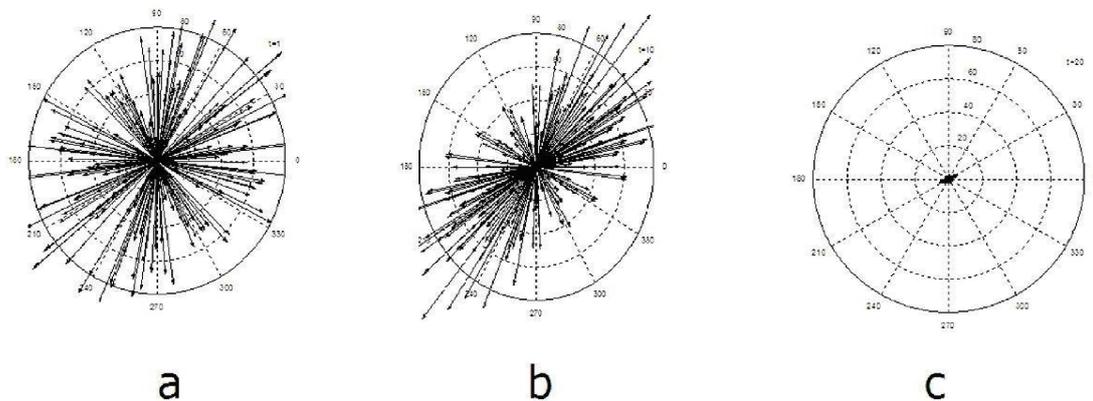
A abordagem tradicional para lidar com a complexidade é a de reduzir ou restringi-la. Normalmente, isso envolve compartimentação: dividir um sistema grande em partes separadas. As organizações, por exemplo, dividem seu trabalho em departamentos que lidam com questões separadas. Os sistemas de engenharia são geralmente projetados usando componentes modulares. No entanto, os projetos modulares tornam-se suscetíveis a falhas quando surgem problemas que colmatam as divisões.

Um sistema complexo é geralmente composto de muitos componentes e suas interações. Tal sistema pode ser representado por uma rede onde os nós representam os componentes e os links representam suas interações. As redes também podem falhar e recuperar espontaneamente.

A lei computacional de otimalidade alcançável é estabelecida como uma forma geral de computação para sistemas ordenados e revela que computação de complexidade é um cálculo composto de escolha e padrão de alcance otimizado ao longo do tempo subjacente a um caminho específico e qualquer experiência de sistema ordenado dentro a limitação geral da integridade do sistema.

Além disso, a lei de computação da otimalidade alcançável (WANG, 2015) fornece o limite entre o modelo de complexidade, o modelo caótico e o modelo de determinação (FIG. 16).

Figura 16 – Aplicação de estratégia evolutiva a um conjunto de pontos em um processo de otimização



Fonte: Adaptado de PIRES, *et al.* 2009.

Segundo a teoria enativa, os seres vivos precisam ser entendidos como sistemas autônomos, mas esses sistemas autônomos interagem entre si e com o meio. Thompson chama de coemergência dinâmica, um dos processos através do qual se dá essa interação. Segundo ele, o todo interage com as partes e as partes interagem com o todo respectivamente: “Parte e todo coemergem e modificam-se mutuamente.” (THOMPSON, 2013, p. 58).

Para Thompson (2013), sistemas dinâmicos são sistemas que mudam com o tempo e que visam explicar a forma como essas mudanças se dão à medida que esse tempo decorre. Ele chamou isso de circularidade do tempo e analisou ainda outra abordagem teórica sobre o assunto, que é o estudo qualitativo das equações diferenciais de Henri Poincaré. Thompson acredita que é necessário introduzir ainda mais a ideia de sistema dinâmico, que é a complexidade. O comportamento do sistema não é aleatório e previsível, motivo pelo qual demanda um olhar mais apurado considerando a instabilidade dinâmica dos processos. Na teoria dos sistemas complexos, um processo emergente é aquele que resulta em auto-organização coletiva. Alguns fenômenos dependem do meio específico para se darem, alguns sistemas só ocorrem dentro de certos meios de autoprodução, pode-se dizer que o ser humano está no nível intermediário, considerando que somos uma sociedade complexa celular e nos relacionamos com o meio. A visão é interdisciplinar e não biologicista. Para a teoria enativa, só se pode entender a mente como um sistema dinâmico e emergente, irreduzível aos elementos constituintes.

Trazendo o discurso para o campo da linguagem e sua profundidade, observa Coelho (2018, p. 10) que “os modelos computacionais podem ser vistos como uma forma de possibilitar a emergência de linguagem em sistemas complexos baseados em multiagente, para que desta forma, contribua-se para o entendimento da nossa própria linguagem”.

Sistemas podem exibir complexidade. Significa que seus comportamentos não podem ser facilmente implícitos a partir das próprias propriedades que os tornam difíceis de modelar, e os comportamentos complexos são governados inteiramente (sistemas fechados), ou quase inteiramente (sistemas abertos auto-organizados), pelos comportamentos que essas propriedades produzem. Qualquer abordagem de modelagem que ignore tais dificuldades ou as caracterize como ruído produzirá necessariamente modelos que não são precisos nem úteis para modelar fenômenos complexos. Pesquisadores em sistemas complexos abordam esses problemas observando a principal tarefa da modelagem a se capturar, em vez de reduzir, a complexidade de seus respectivos sistemas de interesse.

Uma das principais contribuições de Friedrich Hayek para a teoria da complexidade inicial é a sua distinção entre a capacidade humana de prever a comportamento

de sistemas complexos através de modelagem. Ele acreditava que a economia e as ciências dos fenômenos complexos em geral, que em sua visão incluíam a biologia, a psicologia e assim por diante, não poderiam ser modeladas a partir das ciências que lidam com fenômenos essencialmente simples. Hayek explicaria que fenômenos complexos, por meio de modelagem, só podem permitir previsões de padrões, em comparação com as previsões precisas que podem ser feitas a partir de fenômenos não complexos.

Holland (1995) coloca quatro pontos principais sobre sistemas complexos, que em sua visão são adaptativos. Para ele, os sistemas são formados por diversos elementos interagindo em paralelo, cada agente se encontra em um ambiente produzido por suas interações com outros agentes, onde uma ação leva a outra entre os agentes do sistema. É tão mais autônomo o sistema à medida que menos tudo nesse ambiente seja fixo ou permanente. Em síntese, os sistemas complexos estão em perpétua adaptação. Assim, as áreas dos sistemas não lineares e suas dinâmicas são outra parte importante do quadro da teoria da complexidade. Nas palavras de Carvalho, Varenne e Braga (2014), os sistemas complexos podem apresentar comportamentos adaptativos face ao ambiente. Neste sentido, em uma abordagem sistemas complexos da cognição, a cognição é definida como um sistema complexo adaptativo.

Um exemplo disso são os conceitos de *exploitation* e *exploration*, que estudados por Schumpeter (1935) nas organizações humanas, definiram a identificação de dois tipos de indivíduos nas organizações: “exploradores ou empreendedores e trabalhadores ou explorados”. No caso Schumpeter (1935) tinha uma visão bem de direita e caricatural das relações entre empresários e trabalhadores, como destaca Carvalho a seguir.

Os empreendedores são pessoas que procuram novos mercados, produtos e serviços de que a sociedade precisa. Empreendedores desenvolvem e implementam uma estrutura para a operação desses mercados, ou seja, o negócio. Os trabalhadores são os elementos do empreendimento. Os trabalhadores não percebem as necessidades de produção e não implementam uma estrutura operacional. Os trabalhadores estão apenas explorando uma estrutura previamente elaborada pelos empresários ou exploradores. (CARVALHO, 2008, p. 195).

Com efeito foram das ideias de Schumpeter que se originou uma das principais características dos sistemas complexos adaptativos. Da mesma forma, é possível, de acordo com Holland (1975 apud CARVALHO, 2008), que um sistema de computação exerça “*exploitation*” e “*exploration*” de soluções. Um sistema complexo computacional faz exploração quando procura novas informações e explora quando utiliza informações existentes (HOLLAND, 1975 apud CARVALHO, 2008).

De uma perspectiva sistemas complexos da cognição, baseada em Steels (2000; 2003; 2006) processos cognitivos auto-organizados podem dar origem a processos semióticos, os quais enfatizamos que são consistentes com a teoria enativa, mas que exigem desta uma reformulação.

“A dinâmica semiótica baseia-se muitas vezes nas ideias de desenvolvimento e fundamentação do final dos anos 80 e na perspectiva dos sistemas Multiagente a partir dos anos 90. Mas todos esses aspectos se unem em uma nova visão sobre inteligência, com a dinâmica social e coletiva da representação no centro”. (STEELS, 2006)

Notamos que por “representação”, Steels (2006) entende processos semióticos emergentes em sistemas complexos auto-organizados.

Para melhor análise, desenvolvemos o quadro comparativo (QUADRO 3) através do qual exemplificamos as perspectivas teóricas clássicas da cognição e como a linguagem é representada em cada abordagem respectivamente.

QUADRO 3 – Linguagem em Ciências Cognitivas: quadro comparativo

| | COGNITIVISMO | CONEXIONISMO | ENATIVISMO | SISTEMAS COMPLEXOS |
|-----------|--|---|---|--|
| LINGUAGEM | Linguagem inata como processamento de símbolos físicos materiais. (CHOMSKY, 1971) | No Conexionismo, o entendimento da linguagem e do mundo não está codificado por meio de símbolos pré-definidos dentro do cérebro, mas como padrão emergente em grupos de neurônios distintos, mas ao mesmo tempo interligados entre si. (PULVERMÜLLER, 2002) | Linguagem como fenômeno social, níveis cognitivos de primeira, segunda e terceira ordem. (MATURANA & VARELA, 1995) | A linguagem se dá através do desempenho de condutas emergentes em um sistema adaptativo complexo. Formação de processos semióticos emergentes. (STEELS, 2000; 2003; 2006) |

Fonte: Autoria própria

Por fim, fundamentados em modelos computacionais, defendemos que da linguagem emerge como um sistema complexo a partir das interações entre os agentes, e identificamos, por meio de revisão da literatura, que mecanismos e restrições ocorridas nessas interações podem gerar ou subsidiar a comunicação. Concluimos que esta posição de Steels nos parece bastante contundente, sendo capaz de conciliar pontos fortes do cognitivismo e do conexionismo ao arcabouço teórico metodológico enativo.

Defendemos que a retomada do conceito de semiótica em teoria enativa é um avanço na direção de uma perspectiva sistemas complexos da cognição, e não um retorno ao conexionismo.

O objetivo próximo é descrever tanto a mente estendida como os processos semióticos emergentes como sistemas complexos adaptativos os quais podem ocorrer não somente em sistemas autopoieticos (organismos vivos), mas também em sistemas computacionais complexos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência cognitiva enativa apresenta teorias e modelos para a compreensão dos fenômenos cognitivos. Do ponto de vista da cognição enativa, existem diversos modos de corporificação da cognição. Um deles é como corpo social, no qual a linguagem e os processos semióticos emergem.

O conceito de linguagem em ciência cognitiva enativa a partir das contribuições de Maturana e Varela, explorando os conceitos de autopoiese, acoplamento estrutural e comunicação; a análise da importância do conceito de semiótica para o desenvolvimento da abordagem enativa da linguagem, o que levou a confrontar o problema de representação em cognição corpórea fizeram parte deste capítulo. Como resultados apontamos que: a) A abordagem enativa nos convida a uma análise em termos de sistemas abertos, complexos e auto-organizados sobre os processos de experiência, consciência e linguagem; b) Todas as interações entre os indivíduos de um sistema social ocorrem de modo a manter a organização do sistema social; c) A linguagem se realiza como processos intersistêmicos, interníveis e autopoieticos. Assim os processos da linguagem envolvem tanto processos ao nível cognitivo de segunda quanto de terceira ordem, isso como um fluxo contínuo possibilitado pelo acoplamento estrutural dos sistemas cognitivos; d) O conceito de linguagem em ciência cognitiva enativa evoluiu do cognitivismo e do conexionismo apontando importantes críticas ao conceito de representação; e) A análise de modelos de linguagem emergente como processos semióticos envolvidos em um coletivo de agentes a partir da teoria sistemas complexos de Luc Steels se apresenta como uma importante aliança entre o pensamento enativo de Maturana e Varela e o conceito de semiótica, o que leva a uma nova concepção de referência em teoria enativa. Concluímos que esta posição de Steels nos parece bastante contundente, sendo capaz de conciliar pontos fortes do cognitivismo e do conexionismo ao arcabouço teórico metodológico enativo. Defendemos que a retomada do conceito de semiótica em teoria enativa é um avanço na direção de uma perspectiva sistemas complexos da cognição, e não um retorno ao conexionismo.

A abordagem enativa nos convida a uma reflexão mais aberta sobre os fenômenos e os processos de experiência, consciência e linguagem. A literatura fenomenológica contemporânea tende a propor um estudo interdisciplinar dos processos mentais, em detrimento da visão cartesiana de mente e corpo. Os conceitos de mente e linguagem nas ciências cognitivas evoluíram do cognitivismo e do conexionismo ao enativismo, chegando a

uma perspectiva de cognição interdisciplinar e conciliadora. A análise de modelos de linguagem emergente e mente estendida como processo semiótico de um coletivo de agentes a partir da teoria sistemas complexos da linguagem de Luc Steels em aliança com o pensamento enativo nos parece a mais sólida e contundente.

Ressaltamos ainda que em um cenário de pesquisa interdisciplinar, a importância da análise da mente estendida e da linguagem no contexto da ciência cognitiva enativa pode ser ampliada para a seara da Educação. Nossa análise dialoga com a perspectiva de Lévy (1993), quando por meio do conceito de “inteligência coletiva” o autor define a capacidade do saber como a troca recíproca entre os atores virtuais e os coletivos, resultando assim dessa interação, o conhecimento. O autor antepassa a hipótese da mente estendida de Clark & Chalmers (1998) ao defender em seu trabalho *“As tecnologias de inteligência: o futuro do pensamento na era da informática”* que as tecnologias enquanto ampliadoras da habilidade cognitiva dos indivíduos são consideradas, então, como extensões do próprio cérebro.

Concluimos que a teoria enativa da cognição já possui uma concepção de mente como “estendida”, sendo capaz de fundamentar bem esse debate, que passa necessariamente pela complexidade da ação auto-organizada em níveis, dialogando assim com a proposta de Clark & Chalmers (1998), mas como argumenta Estrada (2018), incongruente com Clark (2013). Cabe aqui a mesma crítica ao pensamento de Lévy (1993), o que viabiliza a contribuição desta análise dos conceitos de mente estendida e linguagem também para o estudo do uso das Tecnologias da Informação na Educação.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. A. **Mecanicismo e inteligência**: um estudo sobre o conceito de inteligência na ciência cognitiva. 1999. 301 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 1999.

BAUM, C.; KROEFF, R. **Enação: conceitos introdutórios e contribuições contemporâneas**. Rev. Polis e Psique (UFRGS), v. 8, n. 2, p. 207-236, 2018.

BERTALANFFY, L. von. **General System Theory**. Foundations, development and applications. New York: George Braziler, 1968.

BRESCIANI F., E. & D'OTTAVIANO, I.M.L., **Sistema Dinâmico Caótico e Auto-Organização**. In: SOUZA, G.M. & D'OTTAVIANO, I.M.L. & GONZALES, M.E.Q. (orgs.), Auto-Organização: Estudos Interdisciplinares, Campinas: CLE/UNICAMP, p. 239-256, 2004 (Coleção CLE v. 38).

CANDIOTTO, K. B. **Fundamentos epistemológicos da teoria modular da mente de Jerry A. Fodor**. São Paulo: Trans/Form/Ação [online], vol.31, n.2, pp.119-135, 2008.

CANTISTA, M. J.; MARTINS, M. M. Phenomenology: corporeity and intersubjectivity in Husserl; the most significant influences of Husserl. In: TYMIENIECKA, A. T. (Ed.). **Phenomenology world-wide**. Berlim: Springer, 2002. v. 80. p. 532-544.

CAPRA, F. **As conexões ocultas**. São Paulo: Cultrix, 2002.

CARVALHO, L. L. de. A realização da mente: crítica da teoria enativa ao conceito de propriedade emergente. In: TOLEDO, G. L.; GOUVEIA, R.; ALVES, M. A. S. (Orgs.). **Debates contemporâneos em filosofia da mente**. São Paulo: Filo Czar, 2018. p. 113-129.

CARVALHO, L. L. de. Ciências cognitivas, modelagem computacional e tecnologias educacionais. **Revista Vozes dos Vales**, Diamantina, ano I, n. 2, p. 1-19, 2012.

CARVALHO, L. L. de. **Représentations émergentes – une approche multi-agents des systèmes complexes adaptatifs en psychologie cognitive**. 2008. Thèse (Doctorat en Psychologie) – Institut des Sciences de l'Homme, Université Lumière Lyon 2, Lyon, 2008.

CARVALHO, L. L. de *et al.* Signo emergente, cognição enativa e sistemas complexos. In: MATTOS, A. B. de *et al.* (Orgs.). **Ciências humanas em foco**. Diamantina: UFVJM, 2017. p. 291-307.

CARVALHO, L. L.; CASTRO, F. F.; ESCOBAR, M. V. M. . **Noções Emergentistas no Pensamento da Psicologia da Gestalt**. In: CARVALHO, M.; GREIMANN, D.; GHIRALDELLI, P.; COELHO, J. G. (Org.). Pragmatismo, Filosofia Analítica e Filosofia da Mente. 1ed. São Paulo: ANPOF, 2015, 2015, v., p. 378-396.

CARVALHO, L. L. de; PEREIRA, D. J.; COELHO, S. A. **Origins and evolution of enactive cognitive science: Toward an enactive cognitive architecture**. Biologically Inspired Cognitive Architectures, v. 16, p. 169-178, 2016.

CARVALHO, L. L. de; VARENNE, F.; BRAGA, E. M. **Ontologias para a modelagem multiagente de sistemas complexos em ciências cognitivas**. Ciências & Cognição (UFRJ), v. 19, n. 1, p. 58-75, 2014.

CASTAÑON, G. **O cognitivismo e o desafio da psicologia científica**. 2006. 485 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CESCATO, M. C. **Heidegger: a redução fenomenológica e a pergunta pelo ser**. In: CONGRESSO DE FENOMENOLOGIA DA REGIÃO CENTRO-OESTE, 4. 2011, Goiânia. **Anais**. Goiânia: NEPEFE/FE-UFG, 2011. p. 268-273.

CHOMSKY, N. **Linguagem e pensamento**. Petrópolis: Vozes, 1971.

CHOMSKY, N. (1967). Preface to the 1967 reprint of "A review of B. F. Skinner's Verbal Behavior". Em L. A. Jakobovits & M. S. Miron (Orgs.), Readings in the Psychology of language (pp.142-143). Englewood Cliffs: N. J.: Prentice-Hall.

CLARK, Andy e CHALMERS, David. "The Extended Mind". In: Analysis 58:10-23, 1998 e In: The Philosopher's Annual, P. Grim. Ed, vol XXI, 1998. Disponível em: <https://www.ed.ac.uk/ppls/philosophy> . Acesso em março 2018

CLARK, A. Reasons, robots, and the extended mind. **Mind & Language**, Nova Iorque, v. 16, n. 2, p. 121-145, mar. 2001.

CLARK, A. **Natural-Born Cyborgs. Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence**, New York, Oxford University Press, 2003.

COELHO, S. A. **Análise das formas de linguagem em sistemas complexos a base de multiagente**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Humanas) – Faculdade Interdisciplinar em Humanidades, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

CRAIGHERO, L. **The role of the motor system in cognitive functions**. In: SHAPIRO, L. (Ed.). **The routledge handbook of embodied cognition**. Abington: Routledge, 2014. p. 51-58.

CROFT, W.; CRUSE, D. A. **Cognitive linguistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511803864>>. Acesso em: 06 maio 2018.

DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DAMÁSIO, A. **E o Cérebro Criou o Homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

DEBRUN, M. A ideia de auto-organização. In:_____; GONZALEZ, M. E. Q.; PESSOA JR., O. (Orgs.). **Auto-organização: estudos interdisciplinares**. Campinas: Ed. Unicamp, 1996. p. 29-38.

DREYFUS, H.L. **Why Heideggerian Artificial Intelligence failed and how fixing it would require making it more Heideggerian**. In: *Philosophical Psychology*. Londres, 20:2, 2007, p.247-268.

DIONNE, S.D.; SAYAMA, H.; HAO, C., BUSH, B. J. **The role of leadership in shared mental model convergence and team performance improvement: An agent-based computational model**. Center for Leadership Studies, School of Management, State University of New York, 2010. Disponível em: <<http://www.benjaminjamesbush.com/LQ2010paper.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

DUQUE, P. H. **A emergência do comportamento linguístico**. *ReVEL*, v. 14, n. 27, p. 151-172, 2016.

ESTRADA, D. **Conscious Enactive Computation**. New Jersey Institute of Technology, dec. 2018.

FODOR, J. **Methodological Solipsism Considered as a Research Strategy**. In: *Cognitive Psychology. Behavioral and Brain Sciences*, 3, p. 63-73, 1980.

FODOR, A. J. **The modularity of mind**. Cambridge: MIT Press, 1983.

FRANK, H. S.; WEN, W. Ion-solvent interaction. Structural aspects of ion-solvent interaction in aqueous solutions: a suggested picture of water structure. **Discussions of the Faraday Society**, Pittsburgh, v. 24, p. 133-140, 1957.

GALLAGHER, S. **How the Body Shapes the Mind**. Oxford, UK: Clarendon Press, 2005.

GALLAGHER, S.; ZAHAVI, D. **The phenomenological mind – an introduction to philosophy of mind and cognitive science**. New York: Routledge, 2008.

GARDNER, H. **Mentes que criam: uma anatomia da criatividade observada através das vidas de Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham e Gandi**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GARDNER, H. **A nova ciência da mente**. 3ªed. São Paulo: EDUSP, 2003.

GUIMARÃES, A. S. Uma resposta funcionalista ao argumento do quarto chinês de Searle. **Cognitio-Estudos**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 132-140, jul. /dez. 2010.

HAYEK, F. A. v. **Prize lecture**. Nobel Prize, 2019. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1974/hayek/facts>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

HARTSHORNE, C. e WEISS, P. **The Collected Papers of Charles Sanders Peirce**. P. (Ed.). Cambridge, Mass., USA: Harvard University Press, 1931–1935. Vols. I-VI

- HOLLAND, J. H. **Hidden order: how adaptation builds complexity**. New York: Addison-Wesley, 1995.
- HOLLANDA, G. J. de. **Causação mental e ontologia fundamental: argumentos fisicalistas**. 2011. 180 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Departamento de Filosofia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- HOPFIELD, J. J. (abril de 1982). **Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 79 (8): 2554–2558. ISSN 0027-8424. PMID 6953413. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC346238/>> Acesso em dez 2018.
- HUSSERL, E. **A crise da humanidade europeia e a filosofia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.
- HUSSERL, E. **Meditações cartesianas – introdução à fenomenologia**. São Paulo: Mandras, 2001.
- HUTTO, D.; MYIN, E. **Evolving enactivism – basic minds meet content**. Cambridge: MIT Press, 2017.
- HUTTO, D.; MYIN, E. **Radicalizing enactivism – basic minds without content**. Cambridge: MIT Press, 2013.
- LAKOFF, G. **Women, fire and dangerous things**. Chicago/London: The University of Chicago Press, 1987.
- LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Metáforas da vida cotidiana**. São Paulo: Mercado das Letras, 2002.
- LE DOUX, J. **Emotion: clues from the brain**. Annual Review Psychology, New York, v. 46, p. 209-235, 1995.
- LÉVY, P. **As tecnologias de inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo: Ed. 34, 1993.
- LORENZ, E. N. **Deterministic nonperiodic flow**. Journal of the Atmospheric Sciences, Cambridge, v. 20, p. 130-141, 1963.
- LOULA, A. C. **Comunicação simbólica entre criaturas artificiais: um experimento de vida artificial**. 2004. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- LOULA, A. C.; GUDWIN, R.; QUEIROZ, J. **Symbolic communication in artificial creatures: an experiment in artificial life**. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 17, 2004, São Luiz. Anais. São Luiz: 2004, Springer: Verlag, vol.3171, p. 336-345.
- MAJDANDZIC, A.; PODOBNIK, B.; BULDIREV, S.V.; KENETT, D.Y.; Havlin, S.; Eugene Stanley, H. (2013). **Recuperação espontânea em redes dinâmicas**. Física da

Natureza. 10 (1): 34-38. Bibcode: 2014 NatPh.1034M. doi: 10.1038 / nphys2819. ISSN 1745-2473.

MATTHEWS, E. **Mente** (col. Conceitos chave em Filosofia). Porto Alegre: Artmed, 2007.

MATURANA R. H.; VARELA G., F. J. **De máquinas e seres vivos: autopoiese e a organização do vivo**. 3. Ed., Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.

MATURANA, H.; MPODOZIS, J. **Origen de las especies por medio de la deriva natural**. Santiago: Museu de História Natural do Chile, 1992.

MATURANA, H.; MPODOZIS, J. **The origin of species by means of natural drift**. Revista Chilena de História Natural, Santiago, v. 73, p. 261-310, 2000.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano**. Campinas: Psy II, 1995.

MATURANA, H; VARELA, F. **Autopoiesis and cognition: the realization of the living**. London: D. Reidel Publishing Company, 1980.

MCCORDUCK, P. **Machines who think**. 2. ed. Natick: A. K. Peters, 2004.

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. H. **A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity**. Bulletin of Mathematical Biophysics, Oxford, v. 5, p. 115-133, 1943.

MERLEAU-PONTY, M. **La Structure du Comportement**. Paris: PUF, 1963.

MERLEAU-PONTY, M. **A estrutura do comportamento**. Belo Horizonte: Interlivros, 1975.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MITCHELL, M. **Complexity: A guided tour**, Oxford University Press, 2009.

MOLINA, S. F. **Ciborgue: a mente estendida de Andy Clark**. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

MORIN, E. **O método I: A natureza da natureza**. Portugal: Europa-América, 1997.

MORIN, E. **Da necessidade de um pensamento complexo**. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. (Org). Para navegar no século XXI: Tecnologias do imaginário e cibercultura. 3. Ed. Porto Alegre: Sulinas/Edipucrs, 2003. 280p.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2011.

NEWELL, A. **The knowledge level**. Artificial Intelligence, Pittsburgh, v. 18, p. 87-127, 1982.

NEWELL, A. **Unified theories of cognition**. Cambridge: Harvard University Press, 1990.

NEWELL, A.; SIMON, H. **Computer science as empirical inquiry: symbols and search**. Communications of the Association for Computing Machinery, New York, v. 19, n. 3, p. 113-126, 1976.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1977.

PEREIRA, M., 2012. **Modelagem em Sistemas Complexos**. 20 slides. Disponível em: <http://www.each.usp.br/camiloneto/scx5002/marconeSCX%20Aula%201.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2019.

PESSOA JR., O. (Org.). **Auto-organização: estudos interdisciplinares**. Campinas: Ed. UNICAMP, 1996.

PIRES, J. G.; CAMPELO, F.; GUIMARÃES, G. F. **Mutação por matriz de covariância amostral da população em estratégias evolutivas**. Anais do ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA, Belo Horizonte, 2009.

POERSCH, JM. **Simulações conexionistas: a inteligência artificial moderna**. Linguagem em Discurso. 2004; 4(2): 441–58.

PRIGOGINE, I. **The end of certainty**. New York: The Free Press, 1997.

PULVERMÜLLER, F. **The neuroscience of language: on brain circuits of words and serial order**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

PYLYSHYN, Z. W. **Computation and cognition: toward a foundation for cognitive science**. Cambridge: MIT Press, 1984.

QUEIROZ, J.; LOULA, A. C. Síntese de criaturas simbólicas: um experimento em vida artificial. **Cadernos de História da Ciência**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 11-28, 2006.

QUEIROZ, J.; LOULA, A. Semiótica sintética: implicações em filosofia da mente. In: LOPES, E. J. (Org.). **Temas em ciências cognitivas e representação mental**. Porto Alegre: Sinopsys, 2012. p. 301-320.

RODRIGUES, J. E. Domínios cognitivos na conceptualização. In: **Conceptualização na linguagem: dos domínios cognitivos à mente social**. João Pessoa: Ed. da UFPB, 2010. p. 61-90.

SANTOS, N. C. **Autopoiese: ainda para pensar a arte como sistema**. In: ENCONTRO NACIONAL ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ARTES PLÁSTICAS, 2013, **Anais**. Belém: UFPA, 2013. pp. 2283-2292.

SEARLE, J. **A redescoberta da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

SEARLE, J. Filosofia contemporânea nos Estados Unidos. In: BUNNIN, N.; TSUI-JAMES, E. P. (Eds.). **Compêndio de Filosofia**. São Paulo: Edições Loyola, 2010. p. 1-23.

SEARLE, J. **Intentionality: an essay in the philosophy of mind**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

SEARLE, J. **Mente, cérebro e ciência**. Lisboa: Edições 70, 2015.

SEARLE, J. Minds, brains, and programs. **Behavioral and Brain Sciences**, Berkeley, University of California Press, v. 3, p. 417-445, 1980.

SEARLE, J. **The rediscovery of the mind**. Londres: MIT Press, 1992.

STEELS, L. **Evolving grounded communication for robots**. Trends in Cognitive Sciences, Elsevier, v. 7, n. 7, p. 308-312, 2003a.

STEELS, L. **Intelligence with representation**. Philosophical Transactions of the Royal Society A, v. 361, n. 1811, p. 2381-2395, 2003b.

STEELS, L. **Language games for autonomous robots**. IEEE Intelligent systems, Piscataway, v. Volume: 16, Issue: 5, p. 16-22, 2001.

STEELS, L. **Modeling the formation of language in embodied agents: conclusions and future research**. In: NOLFI, S.; MIROLLI, M. (Eds.). **Evolution of communication and language in embodied agents**. New York: Springer. Verlag Berlin Heidelberg 2010a. p. 283-288.

STEELS, L. **Modeling the formation of language in embodied agents: methods and open challenges**. In: NOLFI, S.; MIROLLI, M. (Eds.). **Evolution of communication and language in embodied agents**. New York: Springer. Verlag Berlin Heidelberg 2010b. pp 223-233.

STEELS, L. The symbol grounding problem has been solved. So what is next? In: VEGA, M. de (Ed.). **Symbols and embodiment: debates on meaning and cognition**. Oxford: Oxford University Press, 2008. Cap. 12.

STEELS, L. **The synthetic modeling of language origins**. **Evolution of Communication**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 1-34, 1997.

STEELS, L. **The talking heads experiment: volume I. Words and meanings**. Bruxelas: VUB Artificial Intelligence Laboratory, 1999.

STEELS, L. **White paper: target problems and grand challenges for evolving embodied and communicating agents**. Paris: Project ECAGENTS, 2004.

STEELS, L.; BROOKS, R. (Eds.). **The “artificial life” route to “artificial intelligence”**. **Building situated embodied agents**. New Haven: Lawrence Erlbaum Ass, 1994.

SCHUMPETER, J. A. **The analysis of economic change**. The Review of Economic Statistics, v.17, n.4, p.2-10, 1935.

TEIXEIRA, F. **Autoposiéis e identidade pessoal: do si mesmo biológico ao si mesmo humano**. In:_____. (Coord.). **Identidade pessoal – caminhos e perspectivas**. Coimbra: Quarteto, 2004. p. 165-179.

TEIXEIRA, J. F. **Mentes e máquinas: uma introdução à ciência cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

THOMPSON, E. **A mente na vida: biologia, fenomenologia e ciências da mente**. Lisboa: Instituto Piaget, 2013.

THOMPSON, E. (2005), **Empathy and human experience**, in Science, Religion, and the Human Experience, ed. J.D. Proctor (New York: Oxford University Press). Disponível em: <www.yorku.ca/evant/ETSRHEUCSB.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018.

THOMPSON, M. P. A.; WALSHAM, G. **Placing knowledge management in context**. Journal of Management Studies, Southampton, v. 41, n. 5, p. 725-747, 2004.

TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence**. Mind Association, Oxford, v. 59, p. 433-460, 1950.

VARELA, F. **Principles of Biological Autonomy**. The North-Holland Series in General Systems Research, Vol. 2. New York: Elsevier North-Holland, Inc., 1979, 306 pp

VARELA, F. **Neurophenomenology: a methodological remedy to the hard problem**. Journal of Consciousness Studies, Paris, v. 3, n. 4, p. 330-349, 1996. Disponível em: <<http://cepa.info/1893>>. Acesso em: 10 maio 2018.

VARELA, F.; THOMPSON, E; ROSCH, E. **De cuerpo presente**. Las ciencias cognitivas y la experiência humana. Barcelona: Gedisa, 1992.

VIANNA, B. **Desde Darwin: Spock e a deriva natural**. In: _____(Ed.). Biologia da libertação: ciência, diversidade e responsabilidade. Belo Horizonte: Ed. Mazza, 2008. p. 131-144.

WANG, W. **Pooling Game Theory and Public Pension Plan**. ISBN 978-1507658246. Chapter 4. 2015.

