

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA
NÍVEL DOUTORADO**

BÁRBARA REGINA KLIMIUK SINIGAGLIA

**A FILOSOFIA NA CIÊNCIA COGNITIVA:
A possibilidade de um Projeto Integrativo**

**São Leopoldo
2022**

BÁRBARA REGINA KLIMIUK SINIGAGLIA

**A FILOSOFIA NA CIÊNCIA COGNITIVA:
A possibilidade de um Projeto Integrativo**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Filosofia, pelo Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientadora: Prof.^a Dra. Sofia Inês Albornoz Stein

São Leopoldo

2022

S617f Sinigaglia, Bárbara Regina Klimiuk.

A filosofia na ciência cognitiva : a possibilidade de um projeto integrativo / Bárbara Regina Klimiuk Sinigaglia. – 2022.

175 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, 2022.

“Orientadora: Profa. Dra. Sofia Inês Albornoz Stein.”

1. Ciência cognitiva. 2. Filosofia da ciência cognitiva. 3. Ciência da cognição corporificada. 5. Neurociência. I. Título.

CDU 101

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Silvana Dornelles Studzinski – CRB 10/2524)

BÁRBARA REGINA KLIMIUK SINIGAGLIA

**A FILOSOFIA NA CIÊNCIA COGNITIVA:
A possibilidade de um Projeto Integrativo**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Filosofia, pelo Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Aprovado em 06 abril 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Sofia Inês Albornoz Stein - UNISINOS

Prof. Dr. Adriano Naves de Brito - UNISINOS

Prof. Dr. Inácio Helfer - UNISINOS

Prof. Dr. Léo Peruzzo Júnior - PUC - PR

Prof. Dr. Leonardo Ferreira Almada - UFU

AGRADECIMENTOS À CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Às tantas pessoas queridas que fazem parte da minha história, em especial, Daniel e Lores, Daniela e Marcelo, Daiana e Gabriela, Ivanor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a coordenação do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UNISINOS, especialmente ao professor e coordenador Dr. Luiz Rohden.

Agradeço a professora e orientadora Dra. Sofia Inês Albornoz Stein e seu trabalho à frente do laboratório de filosofia experimental da UNISINOS.

Agradeço aos meus colegas do grupo Social Brains pelas reuniões e pelas preciosas dicas para pesquisa de fontes bibliográficas.

Agradeço aos professores do curso de filosofia da UNISINOS que me permitiram conhecer seus diferentes campos de estudo.

Agradeço aos professores do exame de qualificação Dr. Adriano Naves De Brito e Dr. Inácio Helfer pelas importantes contribuições dadas para este trabalho.

Agradeço a secretaria do Programa de Pós-Graduação em Filosofia, especialmente à Sabrina Ilha Dissiuta por sempre atender as minhas várias solicitações.

Agradeço a biblioteca da UNISINOS e em especial a Maria Alice dos Santos por seu empenho e colaboração para adequação formal do texto desta tese.

[...] humans are sufficiently complex that limited theories and their carved domains may contract and expand to some extent, but always remain circumscribed according to the limits scientific theories naturally face (and embrace) given such complexity (DALE, 2008, p. 163).

RESUMO

A ciência cognitiva, a filosofia da mente e a filosofia da ciência cognitiva são programas de pesquisa que contribuem para a superação do afastamento entre a mente humana e a natureza biológica da vida. Conformam um trabalho investigativo com anseio de uma maior compreensão sobre a natureza da mente humana e sobre como o cérebro participa do fenômeno cognitivo. Mostramos como a filosofia se insere na pesquisa científica dos fenômenos cognitivos com foco no filósofo Andy Clark e sua abordagem pluralista e integradora entre as visões cognitivista e corporificada. Para tanto, fazemos uma apresentação panorâmica própria da história da ciência cognitiva, concernente à diversidade de propostas metodológicas que a perfazem. Mostramos as bases neurocientíficas dessa área, que foram parte das causas que levaram a ciência cognitiva a superar o cognitivismo na sua versão tradicional e a pensar a cognição de forma corporificada, situada, enativa e distribuída. Examinamos a visão de Clark, filósofo que se insere nos debates teóricos da ciência cognitiva e demonstra, em sua prática filosófica pluralística, como os filósofos são parte da área investigativa da ciência cognitiva, hoje amplamente destacada na academia e na pesquisa em geral. Por fim, defendemos a necessidade de uma abordagem pluralista e contextualizada para o atual momento da ciência cognitiva.

Palavras-chave: ciência cognitiva; cognitivismo; filosofia da ciência cognitiva; neurociência; ciência da cognição corporificada; pluralismo explanatório; Andy Clark.

ABSTRACT

Cognitive science, philosophy of mind, and philosophy of cognitive science are research programs that contribute to bridging the gap between the human mind and the biological nature of life. They conform an investigative work for a greater understanding of the nature of the human mind and how the brain participates in cognitive phenomena. We show how philosophy enters the scientific research of cognitive phenomena with a focus on the philosopher Andy Clark and his pluralistic approach between cognitivist and embodied views. To this end, we make a panoramic presentation of the history of cognitive science, concerning the diversity of methodological proposals that make it up. We show the neuroscientific bases of this area, which were part of the causes that led cognitive science to overcome cognitivism in its traditional version and to think of cognition in an embodied, situated, enactive and distributed way. We examine the view of Clark, a philosopher in the theoretical debates of cognitive science that demonstrates, in his pluralistic philosophical practice, how philosophers are part of the investigative area of cognitive science, now widely highlighted in academia and research in general. Finally, we argue for the need for a pluralistic and contextualized approach to the current moment in cognitive science.

Keywords: cognitive science; cognitivism; philosophy of cognitive science; neuroscience; science of embodied cognition; explanatory pluralism; Andy Clark.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PANORAMA HISTÓRICO DA CIÊNCIA COGNITIVA	16
2.1 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COGNITIVA	17
2.2 AS ORIGENS DA CIÊNCIA COGNITIVA.....	17
2.3 O PERCURSO HISTÓRICO DA CIÊNCIA COGNITIVA	21
2.3.1 Períodos da ciência cognitiva	24
2.3.1.1 Período 1 – A cibernética	24
2.3.1.2 Período 2 – O cognitivismo	26
2.3.1.3 Período 3 – O conexionismo	29
2.3.1.4 Período 4 – A abordagem corporificada	31
2.3.1.4.1 <i>A cognição corporificada enativa</i>	32
2.3.1.4.2 <i>A neurobiologia e a cognição</i>	41
2.3.1.4.3 <i>A cognição distribuída</i>	43
2.3.1.4.4 <i>Os princípios fundamentais da cognição distribuída</i>	46
2.3.1.4.5 <i>O princípio da paridade/ equivalência (parity principle)</i>	50
2.3.1.4.6 <i>O princípio da complementaridade (reciprocal causal coupling)</i>	52
2.3.1.4.7 <i>O princípio da unidade sistêmica entre agente cognitivo e ambiente (systemic wholes)</i>	53
2.3.1.4.8 <i>O princípio da diferença entre mero uso e (in) corporificação</i>	54
2.3.1.4.9 <i>O princípio da corporificação profunda</i>	56
2.4 SÍNTESE DA ORIGEM E EVOLUÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA SOBRE A COGNIÇÃO	59
3 O SISTEMA NERVOSO CENTRAL (SNC): UM SISTEMA NATURALMENTE COMPLEXO	63
3.1 A NEUROCIÊNCIA	67
3.1.1 O sistema nervoso central (SNC)	68
3.1.2 Os sistemas sensoriais e a percepção	74
3.1.3 O sistema motor	76
3.1.4 A plasticidade neural	78
3.2 A NEUROCIÊNCIA COGNITIVA MODERNA É FORTEMENTE INTERDISCIPLINAR.....	81
3.2.1 As origens da neurociência cognitiva	81

3.2.2 A contribuição da neurociência cognitiva para o entendimento de como o cérebro participa do sistema cognitivo.....	83
3.2.3 A pesquisa sobre a cognição na neurociência.....	86
3.2.3.1 Métodos da neurociência cognitiva	88
3.2.3.2 A neurociência computacional.....	94
3.3 A NEUROCIÊNCIA E A COGNIÇÃO	95
4 COMPONENTES TEÓRICOS DO PROJETO FILOSÓFICO INTEGRADOR DE ANDY CLARK.....	97
4.1 GRUPO 1: COMPONENTES BIOLÓGICOS.....	101
4.1.1 A biologia evolutiva.....	101
4.1.2 A neurociência.....	109
4.1.2.1 A plasticidade neural	110
4.1.3 A psicologia do desenvolvimento	114
4.2 GRUPO 2: - MODELOS DA COGNIÇÃO.....	117
4.2.1 O connexionismo	117
4.2.2 A teoria dos sistemas dinâmicos.....	119
4.3 GRUPO 3: – A CIÊNCIA DA COGNIÇÃO CORPORIFICADA	123
4.3.1 A ciência da cognição corporificada e situada.....	124
4.3.2 A enação	128
4.3.3 A cognição distribuída.....	133
4.4 A VIABILIDADE DE UM PROJETO INTEGRATIVO EM FILOSOFIA DA CIÊNCIA COGNITIVA.....	138
5 NOVAS FERRAMENTAS DE INVESTIGAÇÃO: PLURALISMO EXPLANATÓRIO, EPISTEMOLOGIA INTEGRATIVA, COMPLEXIDADE	141
5.1 ENFIM, O QUE É COGNIÇÃO?.....	142
5.1.1 Novamente a cognição distribuída e descentralizada	142
5.2 HETEROGENEIDADE EPISTÊMICA.....	148
5.3 PLURALISMO EXPLANATÓRIO COMO POSSIBILIDADE FUTURA NA CIÊNCIA COGNITIVA.....	150
5.4 DE VOLTA PARA O PASSADO COM AMBIÇÃO DE FUTURO	153
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	159
REFERÊNCIAS.....	162

1 INTRODUÇÃO

Esta tese inclui um panorama histórico da origem e evolução da ciência cognitiva, a neurociência, o projeto filosófico integrativo de Andy Clark e a possibilidade do pluralismo explanatório como prática na ciência cognitiva. Falaremos do fenômeno cognitivo humano estudado a partir do século XX, período no qual emerge o que conhecemos atualmente como ciência cognitiva.

Inicialmente construímos um panorama geral da evolução da ciência cognitiva, numa perspectiva histórica da sua origem até o seu momento contemporâneo. Consideramos como sua origem a cibernética e como seu estilo mais recente abordagem corporificada da cognição com ênfase na biologia e na neurociência. Nesta lógica construímos uma figura (Figura 2) na qual sintetizamos nossa interpretação, com base em diversos autores, dos diferentes períodos que marcam a evolução deste complexo e rico campo de investigação científica e filosófica (CHEMERO, 2009; CLARK, 1997a, 2001a; GARDNER, 1988; GENTNER, 2019; MILLER, 2003; STRUBE, 2001; THOMPSON, 2007; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VON ECKARDT, 1995).

Interessante notar que se trata de um campo de pesquisa embebido na complexidade. Tanto pelo tema de pesquisa em si quanto pela dinâmica de alternâncias de modelos teóricos que visam explicar a cognição. É possível notar que essas diferenças teóricas tanto competem quanto se complementam na construção desta via profícua de investigação da natureza da cognição humana. Evidenciando a diversidade de modelos teóricos que foram propostos ao longo do tempo com o objetivo de explicar a cognição também é possível sugerir que a ciência cognitiva é um campo propício à uma abordagem pluralística de ciência na qual diferentes perspectivas se complementam para gerar novas oportunidades de investigação e descobertas (CHEMERO, 2009; DALE, 2008; DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009).

Retomaremos, no capítulo três, elementos teóricos e metodológicos da neurociência que sustentam nossa abordagem da cognição orgânica natural. A neurociência é um componente de fundamental relevância no conjunto interdisciplinar que caracteriza o campo de investigação científico do sistema cognitivo natural. Destacaremos que achados neurocientíficos relacionados com a cognição contribuíram para uma mudança fundamental na visão da mente humana a

partir dos anos 1970, quando as primeiras imagens do cérebro foram registradas. A neurociência é parte indispensável na revolução, iniciada através da ciência cognitiva, que abriu a oportunidade de um modo de fazer ciência, que é interdisciplinar, integrador e reflexivo. Assim, sustentaremos que nenhum dos campos envolvidos na ciência da mente pode, por si só, dar conta de compreender a natureza da mente e como os processos biológicos dão suporte a ela (CRICK, 1994; GAZZANIGA, 2004; KANDEL, 2014; MILLER, 2003; THAGARD, 2009, 20018, 2019).

No capítulo quatro nos dedicaremos a conhecer o projeto filosófico integrativo de Andy Clark. Um dos proponentes mais entusiastas da cognição corporificada, com uma apresentação clara e cuidadosa do assunto, contribui muito para os programas de pesquisa da corporificação e tem uma mensagem conciliatória. Uma vez que mesmo com sua entusiástica defesa da ciência cognitiva corporificada acredita que as noções de computação e representação continuam úteis enquanto ferramentas explicativas para a compreensão de alguns aspectos da cognição. Assim, reconhece que existem diferentes elementos que compõem o sistema cognitivo, alguns internos e outros externos ao corpo do agente, que interagem na constituição do processo cognitivo que não é completamente compreendido sem a visão desta complementaridade (CLARK, 1997a, 2001a, 2003, 2007b; COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019; SHAPIRO, 2011; SHAPIRO; STOLZ, 2018).

Nosso objetivo em apresentar essa importante expressão do pensamento da filosofia da ciência cognitiva contemporânea, que é o trabalho de Andy Clark, é destacar que ele constrói seu projeto filosófico reunindo conceitos e metodologias de diferentes áreas do saber como a biologia, a neurociência, a psicologia do desenvolvimento, a teoria dos sistemas dinâmicos, a robótica situada, a própria ciência cognitiva e a filosofia da mente, fato que caracteriza o seu modo pluralístico e integrador de investigação da cognição humana. Destacaremos parte dos fundamentos teóricos que dão suporte a sua interpretação da cognição, nos detendo no exame da cognição distribuída, uma de suas importantes contribuições para a investigação sobre a cognição (CLARK, 1986, 1987, 1997a, 2007a, 2001b, 2007b, 2013, CLARK; CHALMERS, 1998; SHAPIRO, 2011). Com essa apresentação, pretendemos mostrar como a reflexão filosófica contribui para o desenvolvimento e para a pesquisa na área de ciência cognitiva, embora algumas reflexões sejam

meta-teóricas e metodológicas, ou seja, consistam no que se pode chamar de filosofia da ciência cognitiva.

Na nossa última etapa da tese defenderemos o uso de modo complementar de métodos e teorias diversos. Sustentaremos o pluralismo explanatório por meio do qual são incentivadas atividades interdisciplinares e uma criativa dinâmica de compartilhamento das diferenças. Nesse trabalho essa perspectiva está aplicada sobre a ciência cognitiva que, desde as noções iniciais da cibernética, nos anos 50 do século XX, é um campo heterogêneo de ideias, conceitos e métodos, incluindo o cognitivismo, as abordagens dinamicistas e corporificadas. Assumimos que também na ciência cognitiva a atividade de investigação da natureza acontece dentro de momentos sociais e culturais que mudam constantemente. Sendo assim, uma abordagem epistêmica indicada por Varela (1994), que também verificamos no trabalho de Andy Clark (1997), e que destacamos nesta tese, é a de considerar alternativas, além das teorias dominantes de cada período das ciências cognitivas, e insistir na diversidade das ideias, fomentando pesquisas que trazem mudanças de perspectiva e novas associações de ideias e renovação de modelos. Tanto a diversidade e contextualização dos conceitos e das metodologias, são necessárias ao entendimento em ciência cognitiva, um campo complexo e desafiador (DALE, 2008; DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009; GERSHENSON, 2002b; KELSO; ENGSTRØM, 2006; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Pensamos que numa jornada em andamento é importante periodicamente rever os passos já realizados, compreender o momento atual e traçar as possibilidades da continuidade. Vemos que essa é uma maneira de não perder a perspectiva do objetivo, do porquê começamos e da meta a alcançar. Por isso partimos com uma retomada das raízes da ciência cognitiva e da neurociência cognitiva, evoluímos para a análise de uma abordagem contemporânea e propomos o pluralismo integrativo como uma via possível de trabalho neste campo de pesquisa que pode garantir ainda mais avanços na compreensão de algo tão complexo como a cognição humana (BUCKNER; FRIDLAND, 2017; DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009; KELSO; ENGSTRØM, 2006; MITCHELL, 2003; POTOCHNIK; SANCHES DE OLIVEIRA, 2019).

Nossa posição é de, através da pesquisa sobre passado da ciência cognitiva, visualizar os diferentes momentos, motivações e organização do conhecimento dentro dessa grande área e defender sua necessária estrutura interdisciplinar. Com

origem no século XX é hoje, século XXI, uma proposta consolidada, apta para lidar com os grandes problemas sobre a cognição humana a serem paulatinamente investigados para que destas investigações a ciência e a filosofia possam contribuir com um enriquecimento no conhecimento que influencie as visões de mundo que norteiam os processos culturais, que por sua vez, constituem a própria cognição humana (BACHELARD, 1996; CLARK, 1986, 1987, 1997a, 2007a, 2001b, 2007b, 2013, CLARK; CHALMERS, 1998; HEISENBERG, 1987; KUHN, 2017; NOUVEL, 2001).

Nas nossas pesquisas encontramos a preocupação com o futuro das ciências cognitivas tanto em Varela, quanto em Clark e em Kandel, para todos os três, a cognição continua sendo um desafio pois, embora saibamos que esteja envolvida em muitos processos, determinar toda a sua natureza é ainda um dos maiores desafios científicos do século XXI, as respostas não surgem de modo simples. De outra forma, a tentativa contínua de cada geração de estudiosos para entender o pensamento humano e suas ações gera novos modelos na construção da compreensão da unidade a que chamamos o indivíduo. Assim, mesmo que tenhamos avançado muito na pesquisa e nos achados sobre a cognição humana, nos resta muito ainda por desvendar (CLARK, 1997a; KANDEL, 2020; VARELA, 1994).

Resumindo então, nesta tese, o propósito é mostrar: a) o desenvolvimento histórico das ciências cognitivas, b) como as neurociências participaram deste, para, por fim, indicar c) o papel de um pensamento filosófico dentro das ciências cognitivas. Simultaneamente, defenderemos os desenvolvimentos ocorridos nessas ciências no final do século XX e a visão meta-científica de Andy Clark de que é salutar a utilização de muitas teorias e métodos nessa área. Sustentamos, com Clark, que é vantajoso integrar vários modelos teóricos disponíveis, encontrando àqueles que melhor descrevam o seu objeto de estudo e abram mais possibilidades de aplicação tecnológica. Nossa tese é a de que no momento atual da ciência cognitiva a abordagem pluralista é uma opção necessária para uma nova etapa desse campo de pesquisa. Nosso trabalho se apoia na proposta do pluralismo integrativo e nessa investigação verificamos que o trabalho de Andy Clark é um exemplo desta abordagem.

2 PANORAMA HISTÓRICO DA CIÊNCIA COGNITIVA

Neste capítulo apresentamos uma perspectiva histórica sobre a ciência cognitiva. Nosso propósito ao iniciar a tese com essa abordagem é o de situar a ciência cognitiva enquanto campo de pesquisa em sua origem e evolução até o presente momento. Acreditamos que isso é importante para facilitar a compreensão das diversas e inclusive antagônicas posições teóricas e metodológicas que fazem parte dessa procura científica de compreender a mente e a cognição humana.

Nossa maneira de organizar este panorama histórico foi uma cronologia que parte da cibernética e evolui sequencialmente para a abordagem cognitivista, conexionista e corporificada da cognição humana. Exercício que nos permite identificar a ampla diversidade de usos conceituais e metodológicos na construção de diferentes teorias sobre a mente humana e suas capacidades de conhecer.

Especificamente sobre a cognição corporificada nos limitamos a explorar duas expressões de um vasto conjunto que evolui desde os anos 1990 dentro dessa comunidade de pesquisa. Assim nossa escolha foi investigar as origens da proposta enativista, que veio à luz no livro intitulado *The Embodied Mind* (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991)¹ a obra fulcral que definiu uma nova tendência na forma de compreender a cognição humana. E a outra abordagem que trouxemos nessa construção histórica é *The Extended Mind* formulada e proposta no artigo, com o mesmo título, por Clark e Chalmers (1998).

Incluimos as questões neurobiológicas que sustentam as reflexões que desafiam à hegemonia da visão clássica cognitivista. Desafio que floresce na estruturação de uma perspectiva pós-cognitivista da ciência cognitiva favorecida, no nosso ponto de vista, pela associação entre as pesquisas empíricas da neurociência e as abordagens filosóficas que se complementam e favorecem os avanços das investigações sobre a cognição humana.

Com este panorama notamos que a ciência cognitiva é um campo com uma importante coleção de muitos e variados modos de construir vias de compreender como o ser humano conhece e interage no mundo no qual vive. Isso constituiu o argumento que serve de esteio para nossa visão sobre essa ciência: a ciência cognitiva se origina e se desenvolve na diversidade.

¹ O livro *The Embodied Mind* é visto como o texto original e catalizador do programa da cognição corporificada (SHAPIRO, 2011, 2018).

2.1 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COGNITIVA

No século XX surgiu um novo campo científico com o objetivo de investigar a mente humana e sua realização cerebral. A linguagem lógica matemática e o conceito de computação (daquela época²) aproximaram a compreensão da mente humana aos processos computacionais e avanços tecnológicos acompanharam este início. Na década de 1950 este novo campo recebeu o nome de ciência cognitiva e nos anos 70 se estruturou com uma abordagem interdisciplinar com ênfase cognitivista. A partir de 1990 as teses cognitivistas foram questionadas pela hipótese da cognição corporificada fundamentada na perspectiva orgânica e neurobiológica da cognição humana (CLARK, 1999b; GONZÁLEZ; OJEDA MARTÍNEZ, 2016; ROLLA; FIGUEIREDO, 2021; STEIN, 2014, 2017, 2020, 2021; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Ao analisar a evolução histórica a investigação científica da mente humana percebemos que é um campo muito amplo e diversificado, pleno de esclarecedores debates e que é justamente isto que o torna importante para o empreendimento de conhecer as capacidades mentais humanas numa abordagem naturalizada que complementa as abstrações filosóficas. Para nós, compreender este percurso histórico é fundamental para dimensionar o valor deste campo em direção à progressiva compreensão científica do que é a mente humana.

2.2 AS ORIGENS DA CIÊNCIA COGNITIVA

Até o séc. XIX compreender a mente humana baseava-se na introspecção e era domínio da filosofia. Desde a época clássica os filósofos consideram com interesse a definição de conhecimento humano e o próprio processo de conhecer (GARDNER, 1988; KANDEL, 2014). Somamos a isto as considerações de Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) de que os filósofos tinham duas posições sobre a cognição, uma a racionalista e outra a empirista, a primeira focava na ênfase do aspecto intelectual sobre o sensorial e a outra preconizava que o conhecimento advém da experiência sensorial que produzem ideias simples e conceitos, que quando interagem originam conceito e ideias mais complexas. Nesse contexto a

² Assim nos referimos porque a ciência e a filosofia da computação se transformaram ao longo do tempo (VILLALOBOS; DEWHURST, 2017).

psicologia experimental surgiu, baseando-se na perspectiva de que o estudo da mente seja possível através da observação do comportamento, como o resultado do conjunto das experiências do sujeito na determinação do seu desenvolvimento mental (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

Nestes inícios a psicologia realizou investigações experimentais relacionadas à mente humana e seus processos de pensamento, de resolução de problemas, da consciência, da linguagem, e da cultura. Propiciando uma abordagem behaviorista do conhecer humano que predominou de 1920 a 1940 (GARDNER, 1988). Na progressão das investigações as relações entre estímulo e resposta behaviorista passaram a ser questionadas e consideradas insuficientes para o entendimento sobre natureza do comportamento humano, para Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) o fim do domínio do behaviorismo se deu quando os cientistas da psicologia passaram a considerar *a noção de cognição e não apenas de comportamento* (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, grifo nosso).

Em 1948 um grupo de cientistas de diferentes áreas se reuniu na Califórnia (USA) com o objetivo de facilitar o compartilhamento de ideias sobre a forma como o sistema nervoso controla o comportamento humano e de como o mundo é percebido. Foi um momento importante da história da ciência pois muitos dos mistérios da antiguidade estavam sendo conhecidos: a natureza da matéria física e da matéria viva. Também as ciências neurológicas ganhavam destaque bem como interesse pela mente humana. Surgia uma nova área de pesquisa que quase uma década depois recebeu o nome de ciência cognitiva (GARDNER, 1988; MILLER, 2003).

Howard Gardner (1988) define a ciência cognitiva como um trabalho contemporâneo de base empírica que pretende responder sobre a natureza do conhecimento e quais são seus elementos constituintes, especialmente para explicar o conhecimento humano. Para George A. Miller (2003) a ciência cognitiva é uma criança dos anos 1950, um produto de um período no qual a psicologia, a antropologia e a linguística estavam se redefinindo e a ciência da computação e a neurociência nasciam como disciplinas. Para reforçar a interpretação deste autor trazemos a citação original:

I date the moment of conception of cognitive science as 11 September 1956, the second day of a symposium organized by the 'Special Interest Group in Information Theory' at the Massachusetts Institute of Technology. At the

time, of course, no one realized that something special had happened so no one thought that it needed a name; that came much later³ (MILLER, 2003, p. 142).

Em 1960 se fez evidente que algo de características interdisciplinares tinha acontecido nos anos anteriores. Em 1976 se torna do interesse da Fundação Alfred P. Sloan com objetivo de aproximar o estudo do cérebro ao estudo da mente. Em 1977 circulou o primeiro número da revista *Cognitive Science* e em 1979 foi criada a *Cognitive Science Society* (MILLER, 2003).

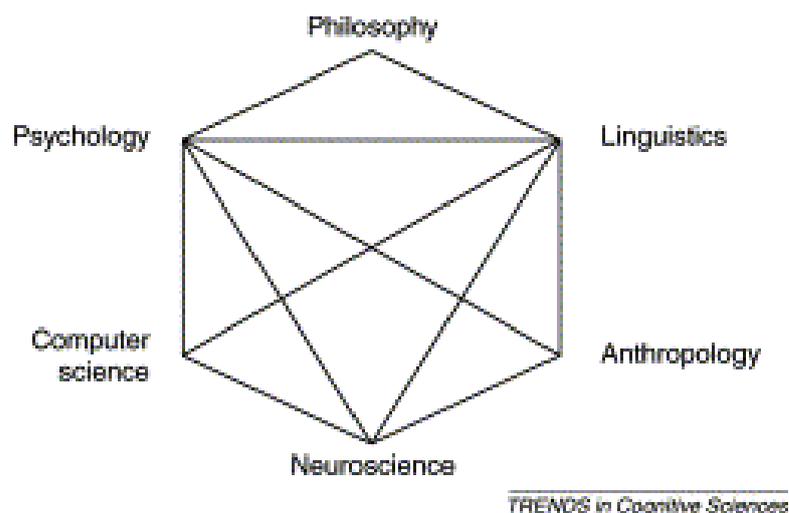
Nesse contexto optamos por reconhecer que a ciência da cognição se consolida nos anos 70 do século XX. Oficializando as suas disciplinas constituintes, que foram: filosofia, psicologia, ciência da computação, linguística, antropologia e neurociência (DUPUY, 2009; GARDNER, 1988; MILLER, 2003; ROLLA, 2018; TEIXEIRA, 2004; THOMPSON, 2007). Para uma melhor contextualização citamos o original:

The six fields are connected in a hexagon. Each line in the figure represented an area of interdisciplinary inquiry that was well defined in 1978 and that involved the tools of the two disciplines it linked together. Thus, cybernetics used concepts developed by computer science to model brain functions elucidated in neuroscience. Similarly, computer science and linguistics were already linked through computational linguistics. Linguistics and psychology are linked by psycholinguistics, anthropology and neuroscience were linked by studies of the evolution of the brain, and so on⁴ (Miller, 2003, p. 143).

Figura 1 - Ciência cognitiva em 1978- cada linha une duas disciplinas que representam investigações interdisciplinares

³ “Eu considero o momento da concepção da ciência cognitiva como 11 de setembro, 1956, o segundo dia de um simpósio organizado pelo ‘Grupo com especial interesse na teoria da informação’ no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Naquele tempo, é óbvio, ninguém percebeu que algo especial tinha acontecido assim não se pensou que necessitasse um nome, o qual surgiu bem mais tarde” (tradução nossa).

⁴ “Os seis campos são conectados em um hexágono. Cada linha na figura representa uma área de investigação interdisciplinar que estava bem definida em 1978 e que envolve os elementos conceituais e metodológicos das duas disciplinas. Assim, por exemplo, a cibernética usa os conceitos desenvolvidos pela ciência da computação para modelar as funções cerebrais decifradas na neurociência. Similarmente a ciência computacional e a linguística são ligadas pela linguística computacional. Por sua vez, a linguística e a psicologia são ligadas pela psicolinguística, a antropologia e a neurociência são ligadas pelo estudo da evolução do cérebro” (tradução nossa).



Fonte: Miller (2003, p. 143).

Também Thagard (2009) refere que a ciência cognitiva se constitui de pelo menos estas seis disciplinas e propõe que uma possível conexão entre elas seja explicada ao reconhecer que cada uma opera em um nível diferente de explicação. Assim, a antropologia ao nível social das interações entre os sujeitos como realizadores de uma cultura. A psicologia no nível individual, com as questões das representações mentais herdando ideias da linguística e da inteligência artificial. A neurociência investigando as redes neurais subjacentes aos processos de pensamento. Na sua visão, existem relações causais e explicativas entre todos estes níveis, defende assim uma abordagem multinível, ao que nós interpretamos como pluralística. O autor expressa que é importante investigar qual tipo de relação entre todos estes níveis de explicação contribui mais para teorias e experimentos inovadores e bem-sucedidos (THAGARD, 2009).

Nesse percurso se estrutura um dos mais importantes e significativos desenvolvimentos científicos dos recentes anos que é a ciência cognitiva. Seu foco é o estudo da cognição humana penetrando em regiões de um número de diferentes disciplinas. No séc. XXI a ciência cognitiva evolui de um campo interdisciplinar inovador para uma disciplina acadêmica autônoma, embora ainda em estágio inicial de institucionalização. A necessidade e a importância da aplicação dela no mundo real em campos como o da educação é reconhecido e está evoluindo (STRUBE, 2001; VON ECKARDT, 1995).

A definição de ciência cognitiva encontrada na *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (COGNITIVE..., c2018), explica que tal campo de investigação é um estudo interdisciplinar da mente e da inteligência que envolve a filosofia, a

psicologia, a inteligência artificial, a neurociência, a linguística e a antropologia. Quanto a sua origem, remonta aos anos 1950 e envolve pesquisadores de diferentes campos. Na época, as teorias sobre a mente foram baseadas em processamentos computacionais de representações mentais (THAGARD, 2018).

A posição de Dedre Gentner (2019), de que a ciência cognitiva é um campo bem-sucedido e assim continuará enquanto mantiver esta natural diversidade, na qual disciplina alguma é dominante sobre as demais que juntas compõem o todo. Para ela, a ciência cognitiva é formada pela relação de disciplinas que estão em constante mudança, fazendo com que o campo como um todo assim também permaneça. Isto inclui desacordos, descobertas em uma disciplina que contradizem as afirmações de outra, caracterizando uma fértil interação que pode gerar esclarecimentos importantes na evolução deste campo de pesquisa sobre a mente humana e o conhecimento (GENTNER, 2019). Para nós esta visão é especialmente relevante, pois corrobora nossa própria interpretação de que diante da complexidade do tema sob investigação necessitamos da abordagem pluralística.

2.3 O PERCURSO HISTÓRICO DA CIÊNCIA COGNITIVA

Para Andy Clark (1997) a ciência cognitiva apresenta estágios de evolução. Primeiro o apogeu do cognitivismo clássico que define a mente como um dispositivo central lógico com dados simbólicos e com módulos sensoriais periféricos. O corpo do agente é então interpretado como um dispositivo de inputs (dados/informações) sensoriais que seriam codificados e transformados em símbolos no cérebro. Tais símbolos, portadores de conteúdo, representam o mundo para que o cérebro, i.e., o processador central, gere os outputs corretos que guiam o comportamento do agente (CLARK, 1997a).

Na continuidade, a revolução conexionista (CLARK, 1997a, p. 83) cuja abordagem é da cognição descentralizada, com revisão da arquitetura interna da cognição. Desta maneira os modelos conexionistas iniciam uma mudança da perspectiva centrada na noção de símbolo herdadas da inteligência artificial e aproximam a abordagem computacional da neurocientífica, mantendo a centralidade da noção de representação e a marginalização do corpo do agente e do ambiente (CLARK, 1997a).

A seguir, a ciência da mente corpórea, com a perspectiva do corpo do agente e do ambiente no qual este está inserido como elementos constituintes da cognição. Nesta abordagem as noções de sistema dinâmico, auto-organização e emergência sustentam que a cognição é o processo resultante da interação indissociável entre cérebro -corpo- mundo (CLARK, 1997a).

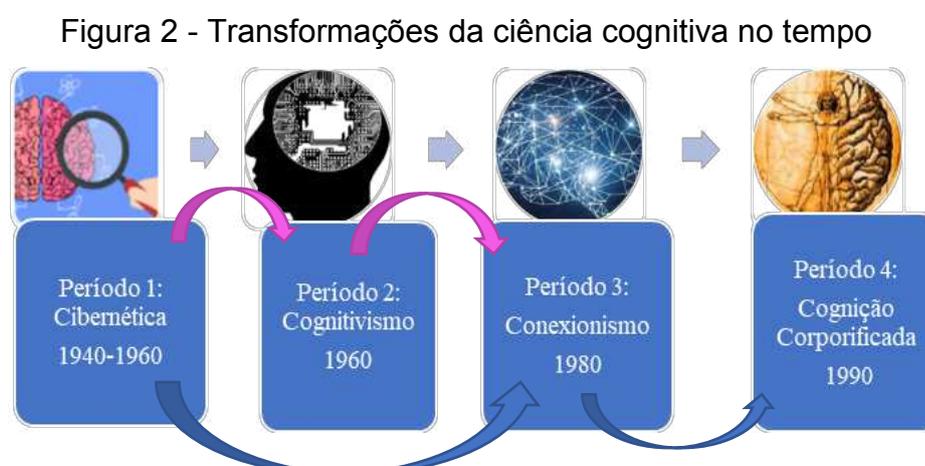
Outra chave de entendimento associada ao arcabouço teórico da ciência da mente corpórea é a evolução biológica que sustenta a realidade da adaptabilidade que é uma coevolução entre desafios e soluções. Nessa perspectiva não existe um problema fixo a ser resolvido, pois os próprios problemas/desafios (em sentido não clássico de problema lógico-matemático linear) se alteram e evoluem exigindo estratégias de adaptabilidade/flexibilidade do agente numa relação complexa de mudanças coevolutivas. Nesse processo de coevolução/determinação também os organismos biológicos também variam sua forma física e a arquitetura neural (CLARK, 1997a, 2007b).

Perante esse cenário de transformações da própria ciência cognitiva Clark (1997) traz que velhas ideias ou preconceitos devem ser abandonados para a continuidade das descobertas sobre a natureza e funcionamento do processo cognitivo humano. Uma vez que a cognição biológica é constituída por agentes corporais instalados (colocados) no ambiente, e evolutivos (em mudança/adaptabilidade) devido às próprias características biológicas e ao contexto no qual atuam (CLARK, 1997a, 1986).

A essa ideia de Clark (1997) sobre os estágios da ciência cognitiva acrescentamos a sua consideração de que *uma ciência cognitiva exitosa estuda os sistemas dinâmicos da interação agente e ambiente, assim como as microdinâmicas computacionais e representacionais de uma rede neural* (CLARK, 1997a, grifo nosso). A partir da análise dessa visão que integra a mudança de perspectiva da cognição corporificada com a noção de computação e representação, começamos a conhecer a postura epistêmica que esse filósofo interessado na ciência cognitiva adota. Abordagem que passamos a chamar de postura pluralística integrativa, com o sentido de aproveitar os modelos explicativos válidos das construções teóricas e metodológicas anteriores e fazer evoluir a própria construção e interpretação do complexo e desafiador fenômeno cognitivo humano (COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019).

De nossa parte consideramos a abordagem de Clark (1997a) aplicada à ciência cognitiva coerente e apropriada e procuramos trazer mais argumentos e visões que possibilitem a análise em perspectiva de uma ciência em transformação ainda hoje em dia. Para isso criamos a Figura 2, na qual mostramos nossa ideia cronológica das transformações já ocorridas neste campo de pesquisa. Nesse sentido também concordamos com Thompson (2007) na visão de que o cognitivismo, o conexionismo e o dinamismo corporificado coexistem contemporaneamente, tanto separadamente quando em várias formas híbridas (THOMPSON, 2007).

Acrescentamos que o advento da interpretação corporificada abriu espaço para a proposta da abordagem enativa e da abordagem estendida (ou distribuída descentralizada) que recebem espaço nessa nossa construção da abordagem da ciência cognitiva enquanto pluralística e em transformação. Uma vez que esse campo de pesquisa se caracteriza pela diversidade de fundamentos teóricos, metodológicos e interpretativos desde sua origem.



Fonte: Elaborada pela autora.

Em base ao que mostramos nesta figura, partimos agora para uma análise descritiva de cada período da ciência cognitiva. Pela nossa interpretação estes se complementam dando estrutura conceitual e metodológica para a investigação científica da mente humana.

2.3.1 Períodos da ciência cognitiva

Nossa ideia nesse texto não é a de realizar uma exploração exaustiva de cada período dentro da ciência cognitiva. É sim, nos situar para compreender a dinâmica desse campo, fazermos uma abordagem panorâmica e selecionarmos aspectos que nos parecem cumprir com nossa necessidade de contexto e evolução da investigação científica, por isso para nós naturalizada, da cognição humana.

2.3.1.1 Período 1 – A cibernética

Para Simon (1962) a ideia que recebeu o nome de cibernética constitui um ponto de vista com aplicações frutíferas tais como na investigação do comportamento dos sistemas adaptativos em base aos conceitos de feedback e homeostase. Essa visão permite estudos que propiciam aprendizagem sobre tipos de sistemas complexos (adaptativos) relacionados com as ciências do comportamento, as ciências sociais, biológicas e físicas. *Tais sistemas são compostos por grande número de elementos que interagem de uma forma não linear e devido às propriedades de cada unidade e a forma de suas interações não é simples predefinir a consequência no todo* (SIMON, 1962, grifo nosso).

Como o marco do início da Cibernética considera-se os eventos, Simpósio Hixon⁵ e Conferências Macy⁶, realizados nos Estados Unidos. John Von Neumann⁷, Norbert Wiener, Herbert Simon⁸, Alan Newell, Warren McCulloch⁹, Walter Pitts, Karl

⁵ “Em setembro de 1948, um grupo de cientistas representando várias áreas reuniu-se no Instituto de Tecnologia da Califórnia num congresso sobre ‘Mecanismos Cerebrais do Comportamento’. Este congresso tinha como objetivo a discussão de uma questão clássica: como o sistema nervoso controla o comportamento. Esse congresso, denominado Simpósio de Hixon, foi apenas um dos inúmeros encontros realizados por cientistas de orientação cognitiva, mas foi especialmente importante por causa de dois fatores: a ligação que fez entre cérebro e o computador e o desafio implacável que lançou ao behaviorismo” (GARDNER, 1987).

⁶ Conferências Macy, que se desenrolaram a partir de 1942, prolongando-se até 1953. Um esforço coletivo, unidos em torno da cibernética, no sentido de conhecer a vida. Uma razão significativa que os reuniu foi a ideia de desvendar o funcionamento da mente e criar uma ciência da mente (VARELA, 1994). “Havendo neste caso uma imprevisível e promissora fertilização mútua de ideias” (GARDNER, 1987, p. 40).

⁷ John von Neumann e Norbert Wiener, ambos matemáticos com uma inclinação prática que aspiravam influenciar no desenvolvimento da ciência e da tecnologia na sociedade (GARDNER, 1987, p. 35).

⁸ Herbert Simon e Allen Newell falavam da possibilidade de criar máquinas que pudessem pensar (GARDNER, 1987, p. 41).

⁹ “McCulloch e Pitts (1943) demonstraram que as operações de uma célula nervosa e suas conexões com outras (a chamada rede neural) podiam ser representadas mediante um modelo lógico. Os nervos eram equivalentes aos enunciados lógicos e sua propriedade de ser ativado ou não ativado

Lashley¹⁰ são os principais nomes presentes em ambos os eventos (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991). No relato de Gardner (1988) todas estas atividades aconteciam fora dos campos de estudos tradicionais, eram extracurriculares e consideradas alheias às correntes do saber vigentes (GARDNER, 1988). Para nós isto é um indicativo de que a reunião entre pensadores de diferentes saberes acontece e colabora com o desenvolvimento tanto da ciência quanto da filosofia e, neste caso, marca o início de uma revolução científica ao originar um novo campo de investigação.

Esse momento inicial da futura ciência cognitiva é caracterizado por um trabalho interdisciplinar que envolve pesquisadores das áreas da matemática, da lógica, da engenharia, da fisiologia e da neurofisiologia, da psicologia e da antropologia. Assim, nasce uma tecnologia da mente que impulsiona a inteligência artificial e é precursora da ciência cognitiva que conhecemos hoje em dia (DUPUY, 2009; TEIXEIRA, 2004).

De acordo com Francisco Varela (1994) o objetivo do movimento cibernético da época foi criar uma ciência da mente. Para tanto, a lógica foi sugerida como a disciplina a partir da qual se deve estudar o funcionamento do cérebro. Para isso, cada neurônio foi imaginado como um processador de informação cujo limiar, ativo ou inativo, define um valor lógico, verdadeiro ou falso conforme o caso e, o cérebro, foi entendido como uma máquina dedutiva (VARELA, 1994).

Nos inícios dos anos 1950 artigos atraentes publicados em periódicos nos Estados Unidos da América anunciavam que os cibernéticos estavam construindo máquinas com inteligência artificial. Palavras como computador, programa e digital, tão comuns no vocabulário contemporâneo, foram então popularizadas. Publicações estas que anunciavam a nova ciência interdisciplinar da mente humana e que eram fruto de reuniões de estudiosos de diferentes disciplinas que aproveitavam a oportunidade de questionarem-se mutuamente (GARDNER, 1988; PICCININI, 2002).

(tudo ou nada) era comparável às operações de cálculo proposicional no qual uma afirmação é verdadeira ou falsa. Provaram que no cérebro humano ocorriam operações semelhantes à lógica como em um computador” (GARDNER, 1987, p. 34).

¹⁰ O psicólogo Karl Lashley enfrentou frontalmente o behaviorismo, afirmou que qualquer teoria sobre a atividade humana está relacionada com um plano contido no sistema nervoso, e não é apenas uma resposta a estímulos ambientais. A organização não é imposta desde fora e sim emerge do interior do organismo (GARDNER, 1987).

Estava então estabelecida a base intelectual sobre a qual se apoiaria a ciência cognitiva. Era perceptível a iminente aparição de um novo campo de estudos, com um enfoque cibernético do comportamento humano em termos de ações, interações, feedback e adequação da ação. Também o computador tornava teoricamente possível descrever os seres humanos em função de planos, imagens, objetivos, concepções mentalistas, abandonando a noção de estímulo e resposta por modelos mais flexíveis e abertos, interativos e intencionais (GARDNER, 1988).

2.3.1.2 Período 2 – O cognitivismo

As pesquisas cognitivistas envolvem a construção teórica da natureza do sistema cognitivo humano em qual a visão computacional da mente¹¹ é a apropriada para explicar a cognição. Também indicam que sustentando a visão da cognição como computação está o idioma do processamento de informação (ou linguagem do pensamento)¹². Neste modelo, os processos cognitivos são entendidos como operações formais realizadas por símbolos, o que no caso do computador, é uma programação. O fundamental para defender a visão da computação e da cognição enquanto processos semelhantes, é que ambos são fisicamente realizáveis e governados por regras e representações. Ou de outra forma, dependem ao mesmo tempo de leis físicas -os componentes e suas relações - tanto do computador quanto do tecido cerebral e de abstrações matemáticas - regras e processamento- (PYLYSHYN, 1980).

Neste programa de investigação o modelo computacional de interpretação e explicação do funcionamento do cérebro e de produção de conhecimento é o

¹¹ The computational view of mind rests on certain intuitions regarding the fundamental similarity between computation and cognition. [...] the fact that computers and human organisms are both physical systems whose behavior is correctly described as being governed by rules acting on symbolic representations. [...] there is a natural domain of human functioning (roughly what we intuitively associate with perceiving, reasoning, and acting) that can be addressed exclusively in terms of a formal symbolic or algorithmic vocabulary or level of analysis (PYLYSHYN, 1980, p. 111) “A visão computacional da mente se apoia em intuições relacionadas à similaridade entre computação e cognição [...] o fato de que tanto computadores quanto organismos humanos são sistemas físicos cujo comportamento é adequadamente descrito sendo governado por regras atuando sobre representações simbólicas [...] existe um domínio natural da atividade humana (perceber, pensar, e agir) que pode ser referido exclusivamente em termos de vocabulário ou nível de análise simbólico ou algorítmico” (tradução nossa).

¹² The ‘information processing’ idiom has been with us for about two decades and represents a substantial intellectual commitment among students of cognition” (PYLYSHYN, 1980, p. 111) “O idioma do processamento de informação nos acompanha há cerca de duas décadas e representa um importante compromisso intelectual entre os investigadores da cognição” (tradução nossa).

aspecto central. O computador serve tanto como modelo do pensamento humano quanto como uma ferramenta fundamental de trabalho que permite simular os processos cognitivos ao empregar métodos quantitativos que descrevem as funções mentais através de modelos de processamento de informação. Para tanto usa elementos da teoria dos sistemas, das ciências da computação, da cibernética, da teoria da informação e da robótica. Foi e é um modelo importante que permite a geração de um crescente número de pesquisas voltadas para os fenômenos mentais e muito avanço nas teorias e metodologias de investigação científica da mente, tendo se posicionado como a abordagem clássica e de maior influência na ciência cognitiva (GARDNER, 1988; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VASCONCELLOS; VASCONCELLOS, 2007).

A noção de representação simbólica é o aspecto central e fundamental desta construção teórica sobre a mente. Nesta a atividade cognitiva humana deve ser descrita em função de símbolos, esquemas, imagens, ideias, proposições, conceitos, regras, planos, intenções, desejos. Porém, existem muitos debates sobre a forma mais adequada de conceitualizar essas representações mentais nas discussões teóricas entre os cientistas cognitivos. Alguns defendem que sejam proposições apenas, outros que além destas também se referem a imagens, e outros que postulam múltiplas formas. Todos os psicólogos, linguistas e especialistas em computadores compartilham que os processos mentais estão representados no sistema nervoso central (GARDNER, 1988, p. 56).

Nesta abordagem os *processos cognitivos são confinados na cabeça* do conhecedor e o sistema perceptual fornece informações do mundo que são traduzidas em linguagem simbólica, (uma programação, ou computação) realizada pelos neurônios, que gera então representações mentais. As soluções aos problemas oriundos do mundo serão computadas pelo encéfalo de acordo às representações armazenadas (PYLYSHYN, 1980, grifo nosso). A marca fundamental desta abordagem é a visão do cérebro como o *órgão exclusivo da cognição* através das operações algorítmicas que acontecem entre a codificação simbólica do estímulo recebido e a codificação de uma resposta apropriada (SHAPIRO, 2011, grifo nosso). Exclusividade que é posta em questão pelas abordagens da cognição distribuída que se seguem à virada pragmática que é apresentada adiante nesse capítulo.

Sobre o cognitivismo, Andy Clark (2014) refere que o esforço deste framework de encontrar um nível de comparação entre os modelos computacionais e os processos psicológicos humanos dá um sentido claro para a afirmação de que cognição é computação. Nesta direção, cognição pode ser entendida como computação porque envolve representações¹³ que são fisicamente instanciadas na forma de códigos internos e manipuladas por um tipo de processamento ou arquitetura funcional do sistema¹⁴. Para Wilson e Clark (2012) o modelo cognitivista representa uma visão particular, um solipsismo metodológico sobre a relação entre a mente, os indivíduos e os ambientes com implicações diretas sobre o estudo da cognição e da mente. Nessa concepção a cognição ocorre internamente no cérebro entre a percepção, i. e., the input side e a ação, i.e., the output side. Envolve processos computacionais de representações mentais de tipo linguístico, *a arquitetura cognitiva é universal entre as espécies e especificada inatamente*. Nesse período, até os anos 1980, a neurociência era um elemento menos importante na investigação (WILSON; CLARK, 2012, grifo nosso). Esses pontos são postos em sério questionamento a partir das investigações neurocientíficas que trazem à luz as impressionantes capacidades de plasticidade neural do tecido cerebral que fundamentam a influência que o contexto tem sobre as arquiteturas neurais. Aspectos que são vistos neste trabalho nos capítulos que se seguem.

De nossa parte, apoiados em Vasconcellos e Vasconcellos (2007), assumimos que apesar dessa consequência de abstração do que seja a cognição preconizada no cognitivismo o movimento cognitivista é uma espécie de revolução no campo de investigação científica sobre os fenômenos mentais por ser uma ruptura com a ideia de que ter uma abordagem científica de tais fenômenos é impossível. Neste sentido, a metáfora computacional gera um modelo descritivo capaz de agregar diferentes áreas do conhecimento, e formula uma possível solução para o problema ontológico da mente (VASCONCELLOS; VASCONCELLOS, 2007).

¹³ Certain types of human behavior are determined by representations (beliefs, tacit knowledge, goals, and so on) (PYLYSHYN, 1980, p. 111). “Certos tipos de comportamento humano são determinados por representações (crenças, conhecimento subjetivo, objetivos)” (tradução nossa).

¹⁴ A methodological criterion called the fixed capacities of mind (called its ‘functional architecture’) (PYLYSHYN, 1980, p. 111). “Um critério metodológico chamado de capacidades fixas da mente (sua arquitetura funcional)” (tradução nossa).

2.3.1.3 Período 3 – O conexionismo

De acordo com Buckner e Garson (2019) este é um movimento na ciência cognitiva que pretende explicar as capacidades mentais através de redes neurais artificiais. Usa modelos simplificados do cérebro formados por unidades análogas aos neurônios. Trata-se da abordagem dos modelos de processamento paralelo e distribuído que usa a noção de representações sub-simbólicas. Nesta abordagem a informação é armazenada não como símbolos e sim como os traços de conexão entre as unidades da rede neural (BUCKNER; GARSON, 2019).

Conexionistas afirmam que a melhor explicação para os sistemas cognitivos é a de serem sub-simbólicos e relacionados com as atividades distribuídas através das áreas cerebrais. Enquanto a visão clássica do cognitivismo argumenta que a cognição se assemelha ao processo digital que produz sequências simbólicas conforme uma programação, o conexionismo aborda os processos mentais como uma evolução dinâmica e gradual da atividade em uma rede neural, na qual cada unidade que é ativada depende da conexão e atividade das unidades vizinhas (BUCKNER; GARSON, 2019; CHEMERO, 2009; VASCONCELLOS; VASCONCELLOS, 2007).

Dentro deste movimento existem aqueles que são radicalmente contra a visão clássica e defendem que esta não consegue explicar a flexibilidade e a eficiência da cognição humana e inclusive sugerem que o processamento simbólico pode ser eliminado da ciência cognitiva. Entretanto existem outros que estabelecem modelos híbridos que o incluem na arquitetura conexionista. Vemos que a semelhança do que acontece na ciência cognitiva como um todo, também na abordagem conexionista, existe um pluralismo de abordagens, incluindo antagonismos. Reafirmando que a característica desse campo de pesquisa não é, pelo menos até agora, unificada e sim um amplo e variado movimento dinâmico e multifacetado (BUCKNER; FRIDLAND, 2017; BUCKNER; GARSON, 2019).

De modo geral, a caracterização da computação conexionista é uma alternativa a abordagem cognitivista baseada em regras e representações. Enquanto a abordagem clássica cognitivista considera as representações mentais como palavras em uma linguagem do pensamento, e a cognição como operações semelhante a estrutura da linguagem, os conexionistas assumem as representações mentais como padrões de atividade neural (estados neurais) e a cognição como um

processo no qual uma rede de conexões atinge um estado particular conforme os estímulos de entrada e a organização das unidades em resposta a estes (SHAPIRO, 2011).

Para nós, o conexionismo é um período de transição entre o cognitivismo, programa muito distante da complexidade biológica dos sistemas vivos, e a cognição corporificada que tem suas raízes em princípios biológicos da autopoiese e auto-organização. Especialmente porque o conexionismo contribui com a ideia de emergência que é integrada no programa da cognição corporificada. De acordo a Hutchins (2010) o surgimento do conexionismo transformou a teoria da representação mental e promoveu um aumento na investigação dos fenômenos emergentes (CLARK, 1993; HUTCHINS, 2010; MATURANA; VARELA, 1994, 1995; STEWART; GAPENNE; DI PAOLO, 2010; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994). A análise explicativa de Clark (2001) é de que a visão computacional da mente se apresenta em duas variantes sendo uma delas a clássica, descrita antes nesse texto como cognitivismo, e a outra a conexionista. Esta segunda mostra uma relação aproximada (pois as diferenças entre os modelos de redes neurais artificiais do conexionismo e a arquitetura neuronal natural é imensa) com a arquitetura e funcionamento do cérebro biológico. Mesmo que os neurônios sejam muito mais complexos que as unidades da rede neural artificial, tanto os primeiros quanto os segundos são sensíveis apenas às influências locais posto que recebem e transmitem os inputs (aferências) de e para grupos de elementos vizinhos. Clark argumenta que o conexionismo pode colaborar no desafio de compreender a cognição biológica (CLARK, 2001a) e assume que tal abordagem também responde por um enriquecimento conceitual e metodológico para a pesquisa em cognição humana.

[...] as a philosopher and a cognitive scientist long interested in the connectionist program, I remain convinced that the change is indeed a deep and important one. Connectionism (neural nets or parallel distributed processing) promises to be not just one new tool in the cognitive scientist's toolkit but, rather, the catalyst for a more fruitful conception of the whole project of cognitive science¹⁵ (CLARK, 1993, p. ix).

¹⁵ “[...] como um filósofo e um cientista cognitivo muito interessado no programa conexionista, estou convencido de que é uma mudança profunda e importante. O conexionismo (redes neurais ou processamento paralelo e distribuído) promete ser não apenas uma nova ferramenta no kit mas um catalizador para concepções frutíferas do projeto da ciência cognitiva como um todo” (tradução nossa).

2.3.1.4 Período 4 – A abordagem corporificada

Para Richard Menary (2007) as abordagens corporificadas da mente e da cognição apresentaram desenvolvimentos diferentes na comunidade da mente corporificada. O autor nos apresenta a perspectiva de que um dos desenvolvimentos segue a inspiração fenomenológica que considera a ação corporal no ambiente definindo o que o agente cognitivo percebe e se torna consciente, característica do programa enativista. O outro desenvolvimento é a abordagem distribuída/estendida que inicia com a noção de que a cognição é corporificada e então foca nas maneiras como o agente cognitivo interage corporalmente com o ambiente (MENARY, 2007).

As características gerais da cognição corporificada são (a) foi considerada uma via de compreensão alternativa sobre a cognição humana; (b) forma uma área de pesquisa interdisciplinar que desafia a visão clássica cognitivista de não considerar a íntima coordenação entre o corpo e a mente e (c) afirma a forte relação entre o pensamento e a ação. Nesse sentido reuniu uma multiplicidade de ideias como (1) o questionamento da necessidade explicativa da representação mental enquanto a única e a melhor; (2) o argumento baseado na hipótese de que os sistemas cognitivos são expandidos na extensão espacial além do cérebro; (3) a visão de que a ação é constitutiva da cognição como um aspecto central; (4) a defesa de que o conhecimento não depende do estabelecimento de um conjunto complexo de regras e símbolos descontextualizados do ambiente e da experiência sensório-motora e sim resulta da natureza dinâmica de cada organismo engajado em atividades dentro do contexto ambiental. Esta última fundamenta a abordagem que se caracteriza pela visão do acoplamento entre agente e ambiente, salientando a importância explicativa da coordenação entre corpo e ambiente, da emergência de novas propriedades e da auto-organização antes que uma visão fundamentada na tradução de informações através de um controle cognitivo centralizado num cérebro descorporificado (ALMADA; MESQUITA, 2016, 2017; CHEMERO, 2009; ROLLA, 2018; SHAPIRO; STOLZ, 2018; STEWART; GAPENNE; DI PAOLO, 2010; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Nossa interpretação é que estas perspectivas consolidam um programa de pesquisa heterogêneo que inclui diferentes abordagens, desde uma postura menos radical que considera o valor explicativo das representações mentais e o ambiente natural é proposto como rico em oportunidades e em perturbações sensoriais que podem guiar o comportamento. Ou uma abordagem radical a favor do ambiente que afirma que o sistema cognitivo não está na cabeça de nenhuma forma e todo o trabalho de investigação pode ser feito estudando cuidadosamente as maneiras que o organismo interage com ambiente, sendo a cognição inteiramente explicada em termos das interações de todo o organismo com seu meio (CHEMERO, 2009; CLARK, 1997a, 1999b).

Nos interessam as interpretações que destacam a participação do corpo na formação do pensamento sem negarem a importâncias dos processos e arquiteturas cerebrais implicadas. Por isso, nos detivemos no exame da cognição corporificada enativa de Varela e colaboradores (1991) e da mente estendida proposta por Andy Clark e David Chalmers. São duas abordagens contemporâneas e correlacionadas da cognição corporificada, que oferecem uma compreensão alternativa sobre a natureza da cognição humana porque consideram de forma destacada o fato de que os humanos são seres biológicos, ativos, situados. Nesta perspectiva a cognição é localizada na interação do corpo no ambiente e as atividades motoras são parte dos processos mentais, a cognição inclui a ação e por isto percepção e ação são necessariamente interconectadas na constituição da cognição (STEWART; GAPENNE; DI PAOLO, 2010).

2.3.1.4.1 A cognição corporificada enativa

Para Martínez-Freire (2006) o enfoque enativo é uma alternativa tanto ao cognitivismo quanto ao connexionismo visto que para ambos o critério de cognição é uma representação precisa de um mundo externo pré-definido. Porém, para Varela, as questões importantes da vida humana não são pré-definidas, são enatuadas, emergidas ou iluminadas desde um contexto. Desta forma, a cognição deixa de ser um mecanismo que soluciona problemas por meio de representações, e ao invés disso ilumina um mundo no qual o requisito fundamental é o de que a ação seja efetiva. Para este autor tanto o realismo quanto o idealismo usam a noção de representação de modo fundamental, seja para capturar o externo ou para o projetar

o interno, enquanto a proposta enativa é estudar a cognição não como captura ou projeção e sim como ação corporal (MARTÍNEZ-FREIRE, 2006).

O trabalho de Humberto Maturana (1928- 2021) e Francisco Varela (1946-2001) nos anos 1970-1973 cria as bases conceituais que são usadas em 1991 por Varela e colaboradores na estrutura da orientação corporificada enativa da cognição. A proposta epistemológica forte que nasceu deste trabalho conjunto se deixa conhecer em publicações das quais destacamos *De Máquinas y Seres Vivos* (1994) e *A Árvore do Conhecimento* (1995) por serem obras que ao nosso ver aproximam o conhecer do viver no sentido de que conhecer é viver, e não apenas racionalizar. Neste sentido as experiências sensoriais, as percepções e as ações constituem a cognição humana dentro do conceito biológico de autopoiese. Assim, a perspectiva enativista enfatiza que o ambiente não está pré-definido e é em sentido estrito surgido (brings forth a world) conforme a atividade do organismo se desenrola (MATURANA; VARELA, 1994, 1995; STEWART; GAPENNE; DI PAOLO, 2010).

Quando trabalharam juntos na década de 1970, o primeiro cunhou o termo autopoiese para designar a organização do ser vivo e que ele definiu como central na dinâmica constitutiva desse ser. Especificamente para responder que classe de sistema é um ser vivo biólogo trata com entes autônomos, que existem em seu viver como unidades independentes, e que geram nos seus processos fenômenos que se parecem com de outros seres vivos, o que implica considerar que todos os fenômenos biológicos ocorrem através da realização individual dos seres vivos, diferindo da abordagem de um físico que lida com leis gerais sem analisar o particular dos entes que as realizam (MATURANA; VARELA, 1994, 1995). Assim, cada agente cognitivo conforme seu contexto gera processos cognitivos particulares ao mesmo tempo que compartilha com seu grupo filogenético estruturas inatas semelhantes. Adiante nesta tese o capítulo quatro especifica a noção biológica de mundos próprios que dá alicerce para esta noção de autonomia e realização individual.

Nas ideias de Maturana no sentido de autonomia descritas no prefácio do livro *De máquinas y seres vivos* (1998) se depreende a ideia importante dessa visão que é a auto-referência dos seres vivos. Visão que demonstra que as operações, ou processos, não se referem a algo externo ao próprio ser, mas uma condição de auto-realização em si mesma. Uma perspectiva que associada à cognição diminui o valor explicativo de regras e representações pré-definidas e induz a outra

perspectiva de circularidade criativa na qual novos aprendizados emergem durante as experiências do agente no tempo (MATURANA; VARELA, 1994).

No primeiro artigo que traz à cultura científica internacional a ideia da autopoiese o foco para compreender o que seja um sistema vivo não é mais o componente individual, mas *as relações entre os componentes constitutivos do sistema como unidade*. Como consequência dessas ideias, tem-se que tanto a estrutura do sistema, como a estrutura do meio, muda necessariamente e naturalmente de um modo congruente e complementar (VARELA; MATURANA; URIBE, 1974, grifo nosso). Nesse sentido vemos que a aplicação das ideias autopoéticas sobre visão de cognição gera uma modificação de abordagem de um processamento simbólico centralizado e isolado no cérebro para uma noção de sistema interativo autopoético e complexo que reúne o organismo, suas percepções e ações dentro de um contexto sobre o qual o agente age e adapta o próprio meio, não apenas se adapta a ele (CLARK, 2007b).

Francisco Varela no prefácio do livro *De maquinas y seres vivos* (1994) examina a ideia de autopoiese de Maturana. Inicia questionando o que faz que uma ideia como a autopoiese, uma teoria da organização celular, adquira visibilidade e proeminência para além da biologia profissional e seja capaz de afetar outros campos de conhecimento e propõe que esse fenômeno pode ser compreendido porque a ideia da autopoiese questiona o espaço intelectual e social que faz do conhecer uma representação mentalista e do homem um agente racional no modelo cartesiano (descorporificado) (MATURANA ; VARELA, 1994).

Para ele, a autopoiese se alinha com o projeto que concebe o ser humano não como um agente que ‘descobre’ o mundo, mas sim que o constitui como parte integrante e integrada. A isso Varela chama de giro ontológico da modernidade que nos fins do século XX se apresenta como um espaço de vida social e de pensamento que promove mudança na ciência. Citamos do original:

[...] las ideas científicas se hacen y cambian de manera abrupta y no por una suerte de acumulación de ‘evidencia puramente empírica’, que se sustentan de imágenes e ideas que no son dadas e inmutables y que cada época es ciega a los fundamentos de lo que toma por cierto y evidente [...] los años en Cambridge fueron para mí el descubrimiento de mi inserción

social ciudadana y de la posibilidad de hacerme responsable de cambios em mi entorno social (MATURANA; VARELA, 1994, p. 38).¹⁶

De nossa parte entendemos isso como uma ruptura com uma epistemologia puramente racional que coloca o conhecedor em uma atitude passiva-receptiva e promove o surgimento de uma epistemologia participativa e engajada. Nesta o conhecimento emerge das experiências situadas e exploratórias que o agente realiza sobre os elementos de seu meio (MATURANA; VARELA, 1994).

Em relação ao que é a autopoiese, Varela explica através de distintos pontos que se entrelaçam: (1) existe na natureza propriedades radicalmente emergentes, que surgem de seus componentes de base, e que não são reduzíveis a eles; (2) o processo de individuação contém capacidades emergentes (ou internas) assim a evolução não se explica apenas por uma seleção externa, requer também as propriedades intrínsecas da autonomia dos indivíduos; (3) o fenômeno interpretativo é uma chave central de todos os fenômenos cognitivos naturais, a significação surge em referência a uma identidade bem definida, não se explica por uma computação de informação a partir de uma exterioridade; (4) a autopoiese se apoia sobre uma concepção circular e auto referencial dos processos, o que gerou uma revisão do entendimento da rede biológica cognitiva mais evidente que é o sistema nervoso, como uma unidade autônoma, que preserva a autonomia de seus processos internos (MATURANA; VARELA, 1994).

Na proposta enativista expressa especialmente nos livros *The Embodied Mind* (1991) e, *Conhecer* (1994), a abordagem dos sistemas dinâmicos de uma causalidade circular e não linear e o conceito da auto-organização é aplicado no contexto da neurobiologia, referindo-se à cognição do vivo fundamentada na biologia, ciência que investiga a vida, origem, evolução, organização. Nesta hipótese a auto-organização é uma opção para explicar processo de origem da vida, dentro de um grande período do tempo, no qual se vai do simples ao complexo em etapas, em um sistema aberto, fora do equilíbrio, no qual podem surgir propriedades novas que é o conceito de emergência trabalhado no campo da biologia (ROLLA; DE CARVALHO, 2020; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

¹⁶ “[...] as ideias científicas nascem e mudam abruptamente e não por um tipo de acumulação de evidência puramente empírica, sustentadas em imagens e ideias que não são dadas e imutáveis sendo cada época cega dos fundamentos do que assume como certo e evidente [...] para mim os anos em Cambridge foram o descobrimento da minha inserção social cidadã e da possibilidade de ser responsável de mudanças em meu entorno social” (tradução nossa).

Nessa perspectiva o sistema nervoso (SN) é visto como um sistema dinâmico que integra um organismo vivo que se define na interação com o ambiente. Assim, a vida e a cognição acontecem nas relações e atuações do organismo no ambiente, em acoplamento estrutural. De modo que conhecer é inextricável do viver, perceber e atuar dentro do tempo e do contexto ambiental, de modo dinâmico e variável (MATURANA; VARELA, 1994; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Na abordagem nascente da ciência cognitiva corporificada, a predominância da lógica computacional fundamentada na manipulação e transformação de símbolos enquanto unidades formais no cérebro é questionada enquanto ferramenta explanatória principal para descrever os processos cognitivos em base a que (1) as *arquiteturas cognitivistas se distanciaram demasiado* das raízes biológicas, não que se deva reduzir o cognitivo ao biológico, mas porque a dinâmica do sistema vivo supera o da máquina artificial; (2) não se encontram regras nem processador lógico em um cérebro natural; (3) tampouco as informações são guardadas em áreas cerebrais precisas; (4) os conjuntos de neurônios são dotados de aptidão para a auto-organização que não encontra nenhuma representação em lógica computacional linear baseada em input, processamento linear das representações (informações) do mundo já dadas, e output; (5) o funcionamento distribuído nas redes neurais garante certa proteção a deterioração e inclui a plasticidade neural, uma capacidade de reorganização funcional importante na estrutura cerebral; (6) a plasticidade das redes neurais garante a capacidade da cognição biológica para se adaptar a novos ambientes sem perder competência (VARELA, 1994, grifo nosso).

Nesse momento com a influência conexionista das relações neuronais e das explicações sobre auto-organização e emergência, a mente passou a ser entendida como um processo dependente da experiência situada do agente no ambiente natural, social e cultural. Desta forma a metáfora do processamento computacional (tipo linguístico) restrito ao cérebro não é mais a única que estava disponível para pensar sobre o processo mental e cerebral. Especificamente a noção de representação interna enquanto símbolo formal que representa (espelha) o mundo pré-definido e estável, enquanto elemento epistemológico, é questionada e em seu lugar o foco é transferido para estruturação interna dos estados neuronais, descrevendo o sistema nervoso como um sistema de operações dinâmicas no

interior de um espaço de transformações (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Consideramos que outro aspecto muito relevante da abordagem corporificada enativa é o de valorizar as experiências cotidianas do agente, no tempo, e no ambiente como elementos constitutivos do mental (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991). Corroborando tal visão Hutchins (2010) declara a enação como a ideia de que o organismo cria suas próprias experiências através de suas ações. Citamos o original:

Organisms *are not passive receivers* of input from the environment but are actors in the environment such that what they experience is shaped by how they act. Many important ideas follow from this premise. Maturana and Varela (1987) introduced the notion of ‘structural coupling’ between an organism and its environment. This describes the relations between action and experience as they are shaped by the biological endowment of the creature¹⁷ (HUTCHINS *in* STEWART; GAPENNE; DI PAOLO, 2010, p. 428, grifo nosso).

Entendemos que a abordagem enativa da cognição, em sua versão original introduzida por Varela, Thompson e Rosch (1991) no *The Embodied Mind* fornece uma perspectiva anticomputacionalista (enquanto manipulação de símbolos formais portadores de conteúdo) e antirrepresentacionalista (enquanto elementos físicos definidos e fixos). Dessa forma criam noções importantes para superar o paradigma cognitivista e iniciam uma abordagem chamada de paradigma pós-cognitivista. Nessa renovação de perspectiva o realismo cognitivo, entendido como a existência do mundo com os objetos e suas propriedades de maneira independente do agente cognitivo, é substituído pela noção de que os agentes cognitivos não conhecem por encontrarem um mundo pré-dado cujas características necessitam ser representadas, e sim codefinem as características do mundo em que habitam através da sua própria existência e atividade cognitiva. Desta forma rejeitam o realismo representacionalista em benefício da autonomia do sistema cognitivo visto que “a genuine *cognitive system* enact his own cognitive world”¹⁸ (VILLALOBOS; DEWHURST, 2017, p. 121, grifo nosso). Para nós é uma importante mudança

¹⁷ “Os organismos *não são passivos receptores* das aferências provenientes do ambiente, são sim ativos no ambiente de tal modo que a sua experiência é modelada pela qualidade da sua ação. Dessa premissa se seguem muitas ideias importantes. Maturana e Varela (1987) cunharam a noção de acoplamento estrutural entre o organismo e seu meio. Isto descreve a relação entre a ação e a experiência enquanto moldadas pela constituição biológica daquele ser” (tradução nossa).

¹⁸ “Um *sistema cognitivo* genuíno enage (atua e traz à tona) seu mundo cognitivo próprio” (tradução nossa).

conceitual na qual a cognição passa a ser vista como sistema cognitivo, se trata de um conjunto de diferentes elementos que interagem e desta interrelação emerge a cognição daquele agente dentro de contextos sociais e linguísticos.

Sobre as noções de computação Villalobos e Dewhurst (2017) sinalizam uma transformação também importante presente nas pesquisas mais recentes da ciência computacional. Nesse sentido afirmam que “the notion of computation refers only to a kind of process that takes place in a given system¹⁹”(VILLALOBOS; DEWHURST, 2017, p. 122) o que tomamos como compatível com a interpretação de computação orgânica, conceito usado pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolélis (2020) para se referir as ativações neurais em consequência do contato do agente com o mundo. Para sermos mais exatos trazemos do original:

[...] o fato de que vastas redes neuronais podem recrutar dinamicamente dezenas de milhões de unidades de processamento interconectadas e de que estes circuitos são altamente plásticos confere um incomparável poder computacional ao cérebro humano [...] os produtos dessa computação orgânica não podem ser simulados por um algoritmo digital (NICOLELIS, 2020, p. 19).

Villalobos e Dewhurst (2017) contribuem para um novo entendimento da ideia computação como compatível com o argumento principal do enativismo sobre a atuação do agente no ambiente como constitutiva da cognição, no que chamaram uma perspectiva mecânica (descrição do mecanismo que gera o fenômeno a ser explicado) dessa forma “a computing system can be coherently conceived of as processing vehicles whose nature is endogenously specified, according to rules generated by the system itself”²⁰ (VILLALOBOS; DEWHURST, 2017, p. 122), que para nós é coerente com a ideia da autonomia do sistema cognitivo defendida pelo enativismo. Também sobre essa noção de mecanismo enquanto computação cerebral a citação a seguir é, em nossa perspectiva, muito esclarecedora:

[...] *mechanisms have a spatial and temporal organization that explains how they carry out their activities; mechanisms also have a hierarchical organization into levels, in which lower-level entities and activities are components of higher-level entities and activities. One of the main purposes of discovering mechanisms, is to integrate entities and activities at different levels, showing what role lower-level entities and activities play within*

¹⁹ “a noção de computação se refere somente a um tipo de processo que acontece em um determinado sistema” (tradução nossa).

²⁰ “Um Sistema computacional pode ser compreendido como processamento de elementos cuja natureza é internamente especificada, conforme as regras do próprio sistema” (tradução nossa).

higher-level mechanisms, and how they contribute to explaining the phenomena produced by the higher-level mechanism²¹ (PICCINNI, 2001, p. 585, grifo nosso).

A partir disso vemos que os mecanismos computacionais são organizados espacial e temporalmente e isto tem concordância com as noções usadas dentro da teoria dos sistemas dinâmicos que compõe a abordagem corporificada enativa. Sendo a organização hierárquica dos processos cognitivos uma integração entre os diferentes níveis, o que entendemos como um funcionamento global e complementar que responde ao contexto e as necessidades de ação em resposta a percepção que o agente tem do seu entorno em cada momento (PICCINNI, 2001).

A partir daqui nosso entendimento é de que mecanismos cerebrais são computações orgânicas que são a arquitetura dentro do sistema cognitivo que colabora de maneira fundamental para a emergência dos fenômenos cognitivos. Assim, renunciamos à noção de processamento de informação na linguagem computacional tradicional restrita ao cérebro, que entendemos ser a sede de confusão entre o que seja uma computação em um sistema orgânico como o cerebral humano, e um processamento de informações em um aparelho tecnológico como um computador ou uma calculadora e adotamos a noção de mecanismo sináptico neural como a arquitetura cerebral dentro do sistema cognitivo humano (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

Ainda sobre o enativismo (em ação) que é originalmente proposto no *The embodied mind* e que explora fortemente a ideia de que o processo mental-cognitivo do ser humano é constituído no contexto no qual aquele atua de modo engajado, participativo, acoplado encontramos uma excelente discussão sobre o que significa *brings forth a world* que nos é oferecida por Rolla e Figueiredo (2021) apoiados na noção de que a enação é o acoplamento entre o organismo (agente) e seu ambiente que leva o primeiro a alterar fisicamente as estruturas do segundo para que este seja vantajoso a as necessidades de vida do agente. No caso dos seres humanos, esse processo leva à construção de um mundo social e cultural com práticas e

²¹ “[...] os mecanismos têm organização espacial e temporal que explicam como executam suas atividades; também têm uma organização hierárquica em níveis, na organização espacial e temporal que explica como realizam suas atividades; também uma organização em níveis na qual os elementos e as atividades dos níveis inferiores são componentes dos elementos e atividades de alto nível. O principal propósito de elucidar estes mecanismos é o de integrar elementos e atividades de diferentes níveis demonstrando qual o papel tem as atividades e os elementos dos níveis inferiores dentro dos mecanismos de alto nível e como então contribuem para explicar o fenômeno produzido pelos mecanismos de alto nível.” (tradução nossa).

instituições específicas. Rolla e Figueiredo (2021) destacam três abordagens interconectadas da ideia:

- a) bringing forth como enação: é a seleção e refinamento dos padrões de engajamentos sensoriais e motores do agente, como expresso por Maturana e Varela em seu trabalho sobre autopoiese. Desta forma o exercício das capacidades sensório-motoras é a base da cognição, trazendo a nós um mundo com significado devido as nossas ações nesse mundo. De nossa parte salientamos que este é também o argumento daqueles que atualmente se dedicam a pesquisa do desenvolvimento neuropsicomotor usando as ferramentas da teoria dos sistemas dinâmicos. Assunto que abordamos adiante no capítulo três dessa tese;
- b) bringing forth como a construção de um nicho: as nossas ações transformam nosso ambiente aprimorando nossas vantagens de vencer nossas necessidades de existência e geram feedback transformando quem somos e o que somos capazes de fazer. Uma perspectiva evolutiva estendida apoiada na ideia de construção de nichos, que se refere a modificações físicas do ambiente. Considerando que o organismo recebe pressões do ambiente que requerem sua adaptação e, também, transforma seu ambiente, promovendo mudanças ecológicas que podem se tornar heranças não genéticas para seus descendentes, nas palavras dos autores “[...] if these changes are sufficiently stable, they become new environments for subsequent generations, thereby offering new possibilities of engagement and opening up new evolutionary pathways²² (ROLLA; FIGUEIREDO, 2021, p. 8). De nossa parte entendemos como esta argumentação é compatível com aquela feita por Andy Clark em defesa de um sistema cognitivo distribuído e não centralizado no cérebro. Assunto que abordamos adiante ainda no capítulo um e, também, no capítulo três desta tese;
- c) bringing forth pela construção de um nicho social que inclui: a) a evolução cultural cumulativa, pela construção de artefatos para facilitar a

²² “se tais mudanças são estáveis o suficiente, se tornam novos ambientes para gerações futuras, desta maneira oferecendo novas possibilidades de engajamento e oportunizando novos caminhos evolutivos” (tradução nossa).

realização de determinadas atividades necessárias da vida (scaffoldings²³) e que são aperfeiçoados através das gerações; e b) a criação de instituições e de normas que guiam e moldam nosso comportamento.

Sumarizando, Rolla e Figueiredo (2021) interpretam que o enativismo é compatível com a ideia da realidade de um mundo físico independente (estruturas e relações) sem implicar em um mundo pré-dado porque as ações cognitivas (interações agente-ambiente) brings forth o mundo. Temos então que ambiente (estrutura e relações físicas – affordances²⁴, scaffoldings) interconectado com a atuação do organismo (agente) constituem o mundo no qual o agente é situado e tem suas experiências de ação e transformação. Dessa maneira a cognição emerge no sistema autônomo do agente, sendo essa autonomia historicamente co-especificada com o ambiente, e, não depende apenas do organismo pois “[...] we are part of a reality which is brought forth in relation to ourselves and to things other than ourselves²⁵” (ROLLA; FIGUEIREDO, 2021, p. 14).

Temos então que a ação e a percepção são possíveis com a participação dos mecanismos cerebrais que aproveitam (consomem) as variações ambientais e as usam através das atividades sinápticas (comunicações) interneurais que se autorganizam na autonomia do sistema neural para gerar harmonia e homeostase entre organismo e ambiente. Vemos aqui preservadas as ideias de autonomia, auto-organização, acomplamento e clausura operacional e a integração da noção de mecanismos neurais como computações sem a necessidade de manutenção da noção de manipulação de símbolos e favorecendo a não representação em uma perspectiva muito específica relacionada com a perda da autonomia do agente cognitivo em brings forth his own world.

2.3.1.4.2 A neurobiologia e a cognição

Nessa altura queremos considerar os aspectos neurobiológicos presentes na proposta enativa e que diferem da visão tradicional cognitivista. Fazemos isto a partir

²³ Apoios ou andaimes que favorecem a realização do trabalho cognitivo.

²⁴ Oportunidades para ação.

²⁵ “[...] somos parte de uma realidade que vem à luz em relação a nós mesmos e das outras coisas e elementos para além de nós mesmos” (tradução nossa).

do apêndice sobre sistema nervoso dentro do livro *De maquinas y seres vivos* (1994). Nesse texto verificamos a descrição do sistema nervoso como uma rede neuronal que estrutura suas conexões em função das interações do organismo com o ambiente de forma que as experiências passadas modificam seu sistema nervoso, e parecem atuar como agentes causais na determinação de sua conduta no presente (MATURANA; VARELA, 1994).

Na abordagem cognitivista a célula neurônio é funcionalmente vista como um componente que recebe aferências (inputs) através do aparelho sensorial e envia eferências (outputs) gerando respostas físicas ou bioquímicas. Caracterizando assim um processo simples e passivo de input, processamento e output. Já na perspectiva corporificada enativa o estado de atividade de um neurônio é caracterizado pelo estado de atividade de sua superfície efetora que está determinado tanto por sua organização interna como pelas influências aferentes que chegam a sua superfície receptora, e que são muitas e concomitantes, tanto ativadoras quanto inibitórias. Trata-se de uma atividade contínua, dinâmica, plástica e acoplada resultante da interrelação entre o ambiente, a estrutura corporal e as redes neurais em um indissociável sistema necessariamente relacional (MATURANA; VARELA, 1994; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Dentro desta visão enativa a estrutura interna do neurônio muda ao longo do tempo e das experiências do organismo. Assim estas células não são entidades estáticas cujas propriedades permanecem invariantes, pelo contrário, elas mudam tanto sua estrutura e seu papel na rede neural que integram, ao longo de sua ontogenia, por sua vez, subordinada a ontogenia do organismo. A conectividade entre as células de uma rede neuronal determina o domínio de possíveis estados dinâmicos do sistema nervoso no qual a modificação em um neurônio produz mudanças na atividade de outros necessariamente (MATURANA ; VARELA, 1994).

Quando Varela ofereceu esta perspectiva dinâmica sobre a estrutura do sistema nervoso considerando as relações anatômicas e operacionais entre os neurônios que definem o domínio de possíveis estados e processos cognitivos, trouxe a perspectiva da rede neural fechada que não tem entradas nem saídas pois não existem relações intrínsecas em sua organização que permitam discriminar, através da dinâmica das mudanças de estado, entre causas internas e externas. Ou seja, para a rede neural não existe o dentro e o fora, as mudanças surgem no

acoplamento do sistema nervoso e do organismo através da operação de equilíbrio subordinada à auto-organização (MATURANA ; VARELA, 1994).

Nessa perspectiva a operação do sistema nervoso como componente do organismo é uma contínua geração de relações neuronais significativas, e toda transformação na rede neuronal está subordinada a isso. Os estados possíveis do sistema nervoso continuamente são comensuráveis com os estados possíveis do ambiente e as transformações que o sistema nervoso sofre durante sua operação é em parte constituída por seu ambiente (MATURANA ; VARELA, 1994).

Todas estas noções colaboram para a interpretação particular da abordagem enativa sobre o sistema nervoso, em especial o cérebro, integrando o sistema cognitivo como um sistema dinâmico, aberto às contínuas perturbações tanto externas do organismo quanto dele próprio, definindo conexões celulares que por sua vez determinam estados possíveis nestas redes neurais e possibilitam a emergência da cognição conforme a história evolutiva do próprio organismo. Na perspectiva de um acoplamento estrutural no qual ambiente-organismo-redes neurais se definem mutuamente. A cognição não é, deste ponto de vista, um processamento de informações e sim uma emergência da interação do organismo com o meio (MATURANA ; VARELA, 1994).

Para nós, a inclusão da neurobiologia na investigação científica sobre a cognição permite diferenciar a arquitetura funcional da inteligência artificial (IA), da arquitetura funcional de um sistema nervoso orgânico. Assim, os mecanismos neurais integram o conjunto de elementos que constituem os sistemas cognitivos dos sistemas biológicos que possuem um sistema nervoso. Sem que isso signifique descartar os modelos computacionais que favorecem as pesquisas em neurociência cognitiva, um dos campos que atualmente integra a ciência cognitiva (BECHTEL, 1983).

2.3.1.4.3 A cognição distribuída

“Where does the mind stop and the rest of the world begin?²⁶” Assim começa o artigo de 1998 no qual Andy Clark e David Chalmers trazem ao cenário filosófico a visão da Mente Estendida (*The Extended Mind*) - também cognição estendida, mente distribuída e externalismo ativo como desde então tem aparecido em

²⁶ “Onde acaba a mente e o resto do mundo começa?” (tradução nossa).

diferentes textos que foram escritos sobre o assunto. Conforme nosso entendimento e em consideração ao enfoque que estamos construindo nesse trabalho optamos por nos referir a partir de agora a esse tópico como cognição distribuída, uma vez que abrange diferentes elementos dentro de um sistema.

Para Clark e Chalmers (1998) conceber a cognição como um sistema distribuído que engloba elementos biológicos internos do corpo do agente e, também, elementos não biológicos do contexto ambiental no qual o sujeito atua é uma consequência do crescente conjunto de pesquisas em ciência cognitiva em áreas diversas como a teoria da cognição situada, estudos em robótica situada, abordagem dinâmica do desenvolvimento infantil e propriedades cognitivas de coletividades humanas. Todas essas conformando campos de investigação independentes, mas que compartilham a noção de que o sistema cognitivo se define como uma contiguidade entre os mecanismos biológicos e os processos decorrentes das interações da pessoa humana no ambiente (CLARK; CHALMERS, 1998).

Para responder se o que está fora do corpo do agente é excluído do sistema cognitivo os autores postulam um tipo diferente, segundo eles próprios, de externalismo que é o externalismo ativo (active externalism). Este é baseado no papel ativo do ambiente em guiar os processos cognitivos do agente. Não se trata de externalizar a consciência, o que deixam evidente em “So the mere fact that external processes are external where consciousness is internal is no reason to deny that those processes are cognitive²⁷” (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 10).

Outro aspecto em Clark e Chalmers (1998) que destacamos é “the general tendency of human reasoners to lean heavily on environmental supports²⁸” (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 8) e exemplos destes suportes são a linguagem, os livros, os diagramas, a cultura, as instituições e outras pessoas. O argumento aqui é que os mecanismos neurais do cérebro do agente cognitivo realizam parte das operações cognitivas, enquanto outras dependem da manipulação dos meios externos, e estas segundas são referidas como ações epistêmicas. Desta maneira todos os componentes do sistema cognitivo têm um papel causal ativo orientando o comportamento do agente na função cognitiva e caso o elemento externo seja removido tal função é prejudicada. Nas palavras dos autores no texto em questão

²⁷ “O simples fato de que os processos externos sejam externos, enquanto a consciência é interna, não é motivo para negar que os primeiros são cognitivos” (tradução nossa).

²⁸ “a tendência dos raciocínios humanos se apoiarem de forma considerável nos recursos ambientais” (tradução nossa).

“the relevant external features are active, playing a crucial role in the here-and-now because they are coupled with the human organism, *they have a direct impact on the organism and on its behaviour*²⁹” (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 9, grifo nosso). Para frisar a relação desse impacto direto no organismo com a plasticidade neural, que é abordada com detalhes mais adiante nesse texto, transcrevemos do original:

Within the lifetime of an organism, too, individual learning may have moulded the brain in ways that rely on cognitive extensions that surrounded us as we learned. [...] In such cases the brain develops in a way that complements the external structures, and learns to play its role within a unified, densely coupled system. Once we recognize that the crucial role of the environment in constraining the evolution and development of cognition, we see that extended cognition is a core cognitive process, not an add-on extra³⁰ (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 12).

Desta forma a abordagem distribuída da cognição se apoia na noção do externalismo ativo (active externalism) no sentido de que o ambiente oferece elementos que o agente manipula de maneira ativa, e não de forma passiva. Neste caso o organismo do agente humano é ligado ao elemento externo em uma interação de dupla via que é uma causalidade circular, criando um sistema conectado (coupled) que é um sistema cognitivo (CLARK; CHALMERS, 1998; DE CARVALHO, 2020a; MENARY, 2007).

Para Menary (2007) essa abordagem não oferece consideráveis descrições da maneira como o corpo molda a cognição (como faz a proposta enativista), pois investiga como os veículos externos (artefatos físicos, tecnologias e representações³¹) moldam e transformam as capacidades cognitivas humanas. Vemos que isso se dá porque se focam em perspectivas diferentes de observação e interpretação do fenômeno cognitivo humano. Este mesmo autor salienta que “the extended mind hypothesis contributes to the radical project of integrating internal and external processes and vehicles, because it provides a way of thinking about the

²⁹ “os elementos externos relevantes para a função são ativos, tem um papel no aqui e agora porque se conjugam com o organismo humano, tendo um impacto direto no organismo e no seu comportamento” (tradução nossa).

³⁰ “Durante a vida do organismo o aprendizado individual pode moldar o cérebro devido as extensões cognitivas no seu entorno enquanto aprende [...] em casos assim o desenvolvimento cerebral ocorre em complementariedade com as estruturas externas e desenvolve sua função própria em um sistema unificado e fortemente acoplado. Uma vez que se reconheça o papel crucial do ambiente definindo a evolução da cognição fica evidente que a cognição estendida é um processo central e não um suplemento.” (tradução nossa).

³¹ Símbolos linguísticos.

dynamical integration of internal and external vehicles and processes³²” (MENARY, 2007, p. 61). Criando assim um sistema cognitivo de acordo a uma função de complementaridade entre os processos e veículos internos com os processos e veículos do ambiente, i. e, entre o que o cérebro biológico é capaz de fazer e o que o ambiente local fornece de tal maneira que os recursos internos e os externos são reunidos para completar o desafio cognitivo (MENARY, 2007). Reforçando esta perspectiva retomamos o texto de Clark e Chalmers (1998) e citamos:

Thus, in seeing cognition as extended one is not merely making a terminological decision; it makes a significant difference to the methodology of scientific investigation. In effect, explanatory *methods that might once have been thought appropriate only for the analysis of 'inner' processes* are now being adapted for the study of the outer, and *there is promise that our understanding of cognition will become richer for it*³³ (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 10, grifo nosso).

2.3.1.4.4 Os princípios fundamentais da cognição distribuída

Entendemos que Andy Clark oferece uma visão do sentido de ‘ser no mundo e ser do mundo’ que não trata de que os objetos (físicos e simbólicos) que o agente cognitivo usa para conquistar seus objetivos sejam eles por si só cognitivos, se trata de que a relação intencional do agente para com esses os integra numa totalidade cognitiva (a whole new system agente-world). Para deixar mais claro destacamos o trecho do original:

[...] we humans are profoundly embodied agents: creatures for whom body, sensing, world, and technology are resources apt for recruitment in ways that yield a permeable and repeatedly reconfigurable agent/world boundary. For the profoundly embodied agent, the world is not something locked away behind the fixed veil of a certain skin-bag, a reasoning engine, and a primary sensory sheath. Rather, it is a resource apt for active recruitment and use, in ways that bring new forms of embodied intelligence into being. *Such agents are genuinely of their worlds, and not simply in them.* They are not helpless bystanders watching the passing show from behind a fixed veil of sensing,

³² “a hipótese da mente estendida contribui para o projeto radical de integração dos processos e veículos internos e externos porque promove uma maneira de pensar sobre a integração dinâmica entre eles.” (Tradução nossa)

³³ “Ao ver a cognição como estendida não se está simplesmente fazendo uma escolha terminológica; se trata de uma diferença significativa para a metodologia da investigação científica. Com efeito, métodos explanatórios que foram uma vez tidos como apropriados pela análise exclusiva dos processos internos são atualmente adaptados para o estudo do externo, com a promessa de que nosso entendimento sobre cognição se ampliará devido a isso” (tradução nossa).

acting, and representing, but the active architects of their own bounds and capacities³⁴ (CLARK, 2007b, p. 280, grifo nosso).

Também vemos que as investigações de Andy Clark versam por múltiplas e diversas áreas que se complementam dentro da abordagem da cognição corporificada e situada que, no nosso ponto de vista, lhe propiciam as bases para avançar para a cognição distribuída. Verificamos que ao descrever a cognição não apenas como corporificada, situada, em ação, mas também distribuída assume que o conhecedor é um organismo autônomo ao mesmo tempo que não limitado pela estrutura cerebral nos seus processos cognitivos por ser constantemente disponível a conexões ativas com o seu entorno que oferece apoios (andaimes) e complementos naquele sistema cognitivo integrado, i.e, agente-ambiente (CLARK, 2008b).

Concordamos com sua interpretação de que o modelo da mente como uma propriedade exclusivamente cerebral gerou o entendimento de que pensar seja algo restrito ao cérebro. Isso porque desconsidera que os processos cerebrais respondem às conexões sensoriomotoras do agente no mundo e estão associados com o processo do pensamento. Ele chama esse modelo de brainbound e argumenta que devido a isto o corpo é um mero sistema sensorial e efetor a serviço do cérebro. Sendo esse o caso, o ambiente será o espaço que traz problemas de adaptação para os quais são geradas soluções no cérebro que são efetivadas pelo corpo e se assim o for, toda a cognição humana depende apenas da atividade neural. A alternativa de distribuir o processo cognitivo incluindo o contexto ambiental e as ferramentas físicas e culturais disponíveis não exclui a atividade neural necessária e fundamental no sistema cognitivo. Pelo contrário, as investigações desse autor incluem de forma muito significativa os achados empíricos da neurociência (CLARK, 2008a b).

³⁴ “[...] nós humanos somos agentes profundamente corporificados: criaturas para as quais corpo, sensações, mundo, e tecnologia são recursos aptos para recrutamento de maneiras que permitem uma fronteira permeável e aberta a reconfigurações constantes agente-mundo. Para esse agente profundamente corporificado, o mundo não é algo isolado atrás de uma cortina de pele, um engenho do raciocínio, uma camada sensorial primária. Ele é, isso sim, um manancial apto para recrutamento ativo e uso, de maneiras que trazem à existência novas formas de inteligência corporificada. Tais agentes são genuinamente dos seus mundos, e não apenas nos seus mundos. Eles não são expectadores impotentes assistindo ao show que acontece atrás de um véu fixo de sensações, ações, e representações, mas os ativos arquitetos de suas próprias fronteiras e capacidades” (tradução nossa).

Verificamos seu enfrentamento ao modelo *brainbound* (que a partir de agora denominamos *cerebralista*) através da perspectiva de que pensar e conhecer pode eventualmente depender diretamente da atividade corporal em andamento e dos recursos disponíveis e identificados pelo agente para seu uso ativo no ambiente externo. Chama este modelo de *extended*. Para sermos o mais precisos possível transcrevemos:

According to *Extended*, the actual local operations that realize certain forms of human cognizing include inextricable tangles of feedback, feed-forward, and feed-around loops: loops that promiscuously criss-cross the boundaries of brain, body, and world. The local mechanisms of mind, if this is correct, are not all in the head. Cognition leaks out into body and world³⁵ (CLARK, 2008b, p. xxviii).

Também identificamos em Clark (2008b) uma nova perspectiva sobre o ambiente não como apenas um espaço que oferece problemas, mas também como uma fonte de possibilidades de solução dos problemas. Nesse sentido a sensação e a percepção passaram a ter uma participação diferente daquela associada com a abordagem clássica do planejamento e do raciocínio. Posto que na abordagem clássica o papel da sensação é colocar tanta informação quanto possível no sistema quanto for necessária para resolver um problema para construir um modelo interno o mais especializado possível que sirva para a solução daquele problema. Na nova acepção, distribuída, a sensação é repetidamente usada durante o evento ocorrendo no exterior e servindo como fonte de informação a ser usada no exato momento que for necessária para a dificuldade que se tem a mão a cada momento, e o que acontece no externo e é captado pela sensação é o próprio modelo para gerar soluções (CLARK, 2008b).

Verificamos que nesta visão de sistema cognitivo distribuído as sensações são como canais disponíveis e constantes que criativamente unem agente e ambiente. Resumidamente o que nosso autor postula é que ao invés das sensações serem usadas para fornecer suficiente informação ao cérebro e permitir que o sistema de raciocínio, afastado do mundo, resolva internamente o problema, as sensações são usadas como um canal aberto de variações ambientais que constantemente influenciam o comportamento. Dessa maneira o foco mudou de uma

³⁵ “Conforme a visão estendida, certas formas de cognição humana incluem indissociáveis loops de feedback que ultrapassam as fronteiras entre cérebro, corpo e ambiente. Se isto é certo, os mecanismos mentais locais não se restringem ao cérebro e a cognição se estende ao corpo e ao ambiente” (tradução nossa).

acurada representação do ambiente para um contínuo engajamento entre ambiente e corpo gerando padrões coordenados do comportamento (CLARK, 2008b).

Para nós essa abordagem da sensação just in time como constituinte da cognição é muito interessante. Ao pensarmos nas aplicações práticas disto nos vem o entendimento de um agente engajado no seu contexto atual e real buscando soluções a partir do que as sensações aportam ao sistema cognitivo. Numa dinâmica flexível de sensação-percepção-atuação que serve de alicerce para a emergência da compreensão do mundo do agente, em um processo espaço-temporal. Desta perspectiva os humanos são suscetíveis a transformações e novos componentes tanto físicos quanto simbólicos são integrados no sistema cognitivo, dotados da capacidade de negociação da própria corporalidade em um circuito agente-mundo no qual acontece incorporação de novos elementos no circuito que por sua vez influenciam a cognição (CLARK, 2008b).

Interpretamos isso como uma possível e permanente capacidade de transformação das possibilidades tanto da performance física quanto dos processos cognitivos do agente. Chegamos assim a uma visão do sistema cognitivo enquanto uma unidade funcional e dinâmica, caracterizando o agente cognitivo humano como em processo de continua adaptabilidade diante das circunstâncias e experiências disponíveis no ambiente no qual atua (e é por ele atuado) que nos remete as origens da noção de enação. (MATURANA; VARELA, 1994; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Dentre os simpatizantes do sistema cognitivo distribuído selecionamos uma passagem de Mark Rowlands (2009), esclarecedora porque refina a compreensão do assunto. Por sua relevância, nesse sentido, transcrevemos integralmente:

In the context of EM the terms 'internal' and 'external' have engendered a surprising amount of confusion. Internal processes are ones occurring inside or at the spatial boundary of the organism (typically, the skin). External processes are ones located spatially outside this boundary. EM should not, of course, be understood as the claim that structures and processes entirely external to the cognizing organism could, in certain circumstances, count as cognitive. The claim is that structures and processes external to the organism could, *when appropriately coupled with internal cognitive structures and processes*, partly constitute cognitive processes. For EM cognitive processes are always either internal or hybrid combinations of

internal and external. They are never purely external³⁶ (ROWLANDS, 2009, p. 18, grifo nosso).

Para a cognição distribuída, a conexão entre as estruturas externas que servem temporalmente integradas no sistema cognitivo são necessárias sem serem por si só, cognitivas. O processo distribuído entre agente cognitivo e recursos do ambiente conta com princípios que sustentam a ideia e que agora trazemos para que facilitem a compreensão da abordagem distribuída como um todo. Distinguimos a partir de agora o princípio da paridade, o da complementaridade, o da unidade sistêmica, o da diferença entre mero uso e (in) corporificação e o da corporificação profunda. Esses, ao nosso ver, conformam o arcabouço teórico necessário para nos aproximar compreensivamente da tese da cognição distribuída (CLARK, 2003, 2007b; CLARK; CHALMERS, 1998; MENARY, 2007; ROWLANDS, 2009).

2.3.1.4.5 O princípio da paridade/ equivalência (parity principle)

O exemplo marcante na origem da abordagem de Clark e Chalmers (1998) da mente estendida (que aqui no texto da tese adotamos a denominação cognição distribuída) fundamentado no princípio da paridade foi do caso fictício do sujeito Otto, portador de Alzheimer que usa a anotação de um endereço em seu caderno para chegar ao local de destino desejado, enquanto a outra personagem, Inga, realizou a mesma função cognitiva usando de sua memória biológica. Os autores apresentaram esse exemplo como uma atividade mental de crença que é semelhante mesmo que para Inga o processo envolveu o registro cerebral de uma informação “the belief was somewhere in memory, waiting to be accessed³⁷” (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 12) e para Otto envolveu o uso do caderno para acessar a mesma informação. Para apoiar o entendimento desta argumentação trazemos o trecho do texto original:

³⁶ “No contexto da Mente Estendida, os termos interno e externo tem gerado uma surpreendente quantidade de confusão. Os processos internos são aqueles que acontecem dentro ou nos limites espaciais do organismo (tipicamente, a pele). Os processos externos são aqueles localizados fora destes limites. A Mente Estendida não deve, obvio, ser entendida como a alegação de que estruturas e processos inteiramente externos ao organismo cognitivo possam, em certas circunstâncias, ser considerados como cognitivos. A afirmação é a de que estruturas e processos externos ao organismo podem, *quando devidamente conectados* com as estruturas e com os processos internos, constituir parcialmente aos processos cognitivos. Para a Mente Estendida os processos cognitivos sempre são internos ou combinações híbridas do interno com o externo. Jamais sendo puramente externos” (tradução nossa).

³⁷ “a crença estava na memória aguardando para ser usada” (tradução nossa).

For in relevant respects the cases are entirely *analogous*: the notebook plays for Otto the same role that memory plays for Inga. The information in the notebook functions just like the information constituting an ordinary non-occurrent belief; it just happens that this information lies beyond the skin³⁸(CLARK; CHALMERS, 1998, p. 13, grifo nosso).

Interpretamos analogia e semelhança não como sinônimos embora sejam usados indistintamente no texto dos autores. Talvez esse seja um ponto que deva ser melhor entendido por ter relação com as críticas que o princípio da paridade alimentou ao longo do tempo. Nós próprios não os compreendemos como sendo semelhantes, mas sim como análogos.

Também Menary (2007) o caso Otto e Inga caracterizou uma suficiente similaridade funcional, uma vez que ambos os processos tiveram o mesmo papel causal ao orientar a ação. Assim, na sua perspectiva, o princípio da paridade (funcionar como algo não significa ser semelhante a esse algo, e sim equivalente) dentro do texto de Clark e Chalmers (1998) se refere a:

If, as we confront some tasks, a part of the world *functions as a process which, were it done in the head*, we would have no hesitation in recognizing as part of the cognitive process, then that part of the world is (so we claim) part of the cognitive process³⁹ (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 8, grifo nosso).

O argumento da cognição distribuída gera um questionamento válido sobre a possibilidade de processos exteriores aos limites do corpo do agente conhecedor também serem cognitivos. Mesmo que se tenha gerado a interpretação equivocada de que a mente estendida significa a extensão de processos internos e o equívoco de identificar os processos (ou veículos) externos como similares aos internos. Visto que são pontos que servem de argumento para os críticos da originalmente mente estendida porque “They contend that the active causal processes that extend into the environment are just like the ones found in intracranial cognition⁴⁰”(MENARY, 2007, p. 56).

³⁸ “Para os aspectos relevantes os casos são completamente *análogos*: o caderno cumpre para Otto o mesmo papel que a memória exerce para Inga. A informação no caderno funciona tal como a informação que constitui uma crença comum armazenada (não em uso) na memória biológica, é o caso de que a primeira apenas fica além da pele” (tradução nossa).

³⁹ “Se, à medida que temos algum desafio, uma parte do mundo funciona como um processo que, se acontecesse dentro da cabeça, não haveria hesitação em reconhecê-lo como parte do processo cognitivo, então aquela parte do mundo é (afirmamos) parte do processo cognitivo” (tradução nossa).

⁴⁰ “Eles afirmam os processos causais que se estendem no ambiente são exatamente como os encontrados na cognição intracraniana” (tradução nossa).

Também para Rowlands (2009) esse princípio é uma questão que alimenta as críticas à cognição distribuída. E considera que a principal crítica à noção de paridade fundamenta-se no argumento da diferença entre processos cognitivos internos e os processos externos também considerados cognitivos pela tese da mente distribuída. Em defesa da mesma esclarece que paridade não é similaridade, é sim equivalência, assim, o argumento da diferença sustentado pelos críticos não é um argumento válido pois falha na compreensão do princípio de paridade ao atribuir a esse um critério baseado na similaridade (ROWLANDS, 2009).

Para os defensores da proposta distribuída, o princípio da paridade deve ser compreendido em relação a noção de integração que é fundamental para a cognição distribuída. Devido ao papel central da noção de integração entre o interno e o externo se estrutura uma perspectiva integracionista que é a combinação de tipos diferentes de processos exatamente por serem diferentes permitem ao agente atuar com capacidades que não seriam possíveis sem essa mescla. De acordo a essa posição, são justamente as diferenças entre os processos internos e externos que importam mais do que as similaridades, pois os segundos complementam aquilo em que os primeiros de forma isolada, não têm suficiência (MENARY, 2007; ROWLANDS, 2009; SUTTON, 2014). Para apoiar esta argumentação transcrevemos integralmente o trecho:

External structures and processes possess quite different properties from internal ones; and it is precisely this difference that affords the cognitive agent the opportunity to accomplish certain tasks that it could not, or might not, be able to accomplish purely by way of internal cognitive processes. Without these differences, the external processes would be otiose⁴¹ (ROWLANDS, 2009, p. 4).

2.3.1.4.6 O princípio da complementaridade (reciprocal causal coupling⁴²)

Este princípio requer uma abordagem dos *sistemas cognitivos* como *sistemas dinâmicos* e sustenta um *efeito recíproco e contínuo* entre os processos internos do corpo do agente cognitivo e àqueles do ambiente circundante no sentido de que “organism and local environment are coupled and cannot be studied apart from one

⁴¹ “As estruturas e os processos externos têm diferentes propriedades daquelas dos internos, e é exatamente isto que fornece ao agente cognitivo a oportunidade de efetuar certas tarefas que não poderia ser capaz contando somente com os processos cognitivos internos. Sem estas diferenças, os processos externos são inertes” (tradução nossa).

⁴² Reciprocal coupling: coordenação bio-causal entre partes corporais e extra-corporais do sistema (CLARK, 1997 in MENARY, 2007, p. 5).

another⁴³” (MENARY, 2007, p. 41). Lembramos que tanto a noção de acoplamento quanto a de reciprocidade causal (reciprocal causal coupling) é oferecida por Andy Clark (1997b) e a consequência desta perspectiva é a superação do externalismo assimétrico⁴⁴ (direção unilateral da influência do ambiente) (CLARK, 1997b; MENARY, 2007).

Também significa a interação entre os fatores internos e externos como foco de interesse para uma abordagem complementar ao explicitar que fatores internos e externos se diferem de maneira importante e contribuem com essa diferença para a realização da função cognitiva dos diferentes agentes cognitivos (MENARY, 2007). Com isso verificamos claramente as diferenças entre processos internos e externos como uma vantagem em relação ao processo de conhecer e agir que integram o que chamamos fenômeno cognitivo como evidenciado na afirmação “these different roles make the combination of internal and external processes so important – they can do things together that they cannot achieve alone⁴⁵” (MENARY, 2007, p. 41).

2.3.1.4.7 O princípio da unidade sistêmica entre agente cognitivo e ambiente (systemic wholes)

Outro dos princípios da cognição distribuída é que devido ao acoplamento causal recíproco, o corpo do agente, seu cérebro e os aspectos do ambiente local, são componentes de um único todo sistêmico. Neste sentido trazemos uma passagem do texto de Menary (2007) que reforça a visão de flexibilizar as fronteiras interno/externo em prol da noção de sistema integrado:

⁴³ “o organismo e o ambiente local são conjugados e não podem ser estudados de modo isolado” (tradução nossa).

⁴⁴ Um exemplo de externalismo assimétrico na biologia: for example, if a biological trait of an organism is an adaptation, then it is explained in terms of the selective pressures of the environment upon that organism [...] The biological trait is an adaptation to the environment (MENARY, 2007, p. 39). “por exemplo, se um traço biológico de um organismo é uma adaptação e é explicado em termos de pressões seletivas do ambiente sobre aquele organismo [...] o traço biológico é uma adaptação ao ambiente” (tradução nossa). Também existe uma forma de externalismo assimétrico forte que propõe que “what is denied is any significant level of feedback from the organic system on its environment” (MENARY, 2007, p. 41). “o que é negado é qualquer nível significativo de feedback do sistema orgânico sobre o ambiente” (tradução nossa).

⁴⁵ “estas diferentes competências tornam a combinação entre os processos internos e externos muito importante – podem juntos realizar o que não realizariam isoladamente” (tradução nossa).

To be able to understand the organismic system⁴⁶, as Millikan puts it⁴⁷, as not simply bounded by the body, one has to understand the organism's place in and relation to its environment. [...] In this way, Millikan argues against identifying the organismic system in terms of a spatial bodily boundary, such that parts of the system are spatially internal and the environment is spatially external⁴⁸ (MENARY, 2007, p. 1–2).

2.3.1.4.8 O princípio da diferença entre mero uso e (in) corporificação

Visto que alguns processos cognitivos se distribuem entre o ambiente do agente conhecedor e ele próprio no sentido de se constituírem por operações manipulativas, explorativas e transformativas realizadas pelo sujeito sobre as estruturas úteis do ambiente conforme seus objetivos de ação, este princípio trata de agentes que são de fato transformados por conta destas manipulações exploratórias e não somente do uso de novas ferramentas e apoios (CLARK, 2007b; ROWLANDS, 2009). Para esclarecer essa questão Clark (2007b) propõe duas formas para considerar o sistema sensorial biológico. A primeira ele chamou de tradicional (standart) que explica que os receptores no corpo do agente cognitivo são pontos de transdução que transformam tipos de energia mecânica, química, luminosa ou térmica em representações internas que guiam a ação. Por essa

⁴⁶ Sistema organísmico envolve a compreensão das coordenações funcionais que, sob a perspectiva organísmica, se desenvolve a partir da interação organismo-ambiente de uma forma não-aleatória. Quer dizer, os seres vivos em geral são capazes de elaborar esquemas significativos de seus respectivos ambientes, influenciar e ser influenciado por eles. Essa circularidade se trata de uma relação vital que não se limita a processos físico-químicos, mas que possibilita a estrutura biológica e subjetiva dos seres vivos tornar-se cada vez mais complexa (LUCA, 2016, p. 80).

⁴⁷ "Millikan takes the co-ordination of subsystems to be the definition of an organismic system, involving ... 'a co-ordination among parts or subsystems, each of which requires that the other parts or subsystems have normal structure and are functioning normally' (Millikan 1993, p. 160). In this way, Millikan argues against identifying the organismic system in terms of a spatial bodily boundary, such that parts of the system are spatially internal and the environment is spatially external. Far from it, for the purposes of understanding the spider's ability to catch prey, we must analyse the organismic system in terms of the co-ordination between subsystems of the spider including the web." (MENARY, 2007, p. 2). "Millikan considera a co-ordenação de sub-sistemas como definição de sistema organísmico, incluindo... 'uma co-ordenação entre as partes ou sub-sistemas, cada um dos quais requer que o outro tenha sua estrutura íntegra e sua função normal (Millikan 1993, p. 160). Deste modo argumenta contra a identificação do sistema organísmico em termos de fronteiras espaciais, algumas partes do sistema são internas e o ambiente é externo. Distante disto, para entender as habilidades de uma aranha para capturar sua presa, devemos analisar o sistema organísmico em termos da co-ordenação entre os sub-sistemas da aranha incluindo a teia." (nossa tradução).

⁴⁸ "Para compreendermos o sistema organísmico, como Millikan o propõe, como não limitado pelo corpo, temos que compreender o lugar do organismo na relação com o ambiente [...] nesta perspectiva, Millikan argumenta contra a identificação do sistema organísmico em termos de limites corporais, tais como partes do sistema são espacialmente internos e o ambiente é espacialmente externo." (tradução nossa).

abordagem se cria a interpretação de uma interface fixa entre o sujeito e o mundo representado (CLARK, 2007b).

Diferente dessa, a segunda possibilidade é uma conexão perceptiva na qual o órgão receptor é um canal aberto garantindo aferências que constantemente influenciam o comportamento do agente. Dessa conexão emerge um circuito entre agente-ambiente-necessidade cognitiva a ser realizada. Para permitir o melhor entendimento da segunda abordagem transcrevemos do original:

The focus shifts from accurately representing an environment to continuously engaging that environment with a body so as to stabilize patterns of coordinated behavior that are adaptive for the agent⁴⁹ (CLARK, 2007b, p. 266).

Nesse sentido, o autor considera que sistemas biológicos, sejam estes simples ou complexos, dispõem da capacidade de adaptabilidade física e sensorial. Por isso são capazes de adquirir novas estruturas físicas, sensoriais, cognitivas e são *profoundly embodied agents* (CLARK, 2007b, p. 268), capazes de refazer continuamente (adaptar) os circuitos relacionados à conexão agente-ambiente. Inclusive modificando as dimensões espaciais das áreas cerebrais que respondem pelo esquema corporal do agente (CLARK, 2003, 2007b).

No mesmo sentido argumenta que corpos biológicos crescem e mudam. A criança aprende por exploração própria (*self-exploration*) sobre suas ações e os efeitos, praticando até adquirir uma aptidão motora autônoma, i.e., um corpo funcional. O crescimento e as mudanças corporais são um forte indicativo para que se pense a investigação da dinâmica cerebral não em termos de buscar conhecer uma configuração em particular, e sim verificar os recursos de plasticidade neural e a constante atividade de monitorar e adaptar que caracterizam o sistema cerebral (CLARK, 2007b).

Concluindo que circuitos agente-ambiente são criados e recriados com a repetição das experiências (treino) no contexto do agente engajado em atividades dirigidas por objetivos no ambiente (CLARK, 2007b, p. 270). Na sustentação dessa perspectiva o autor citou: “Perception, as Varela, Thompson and Rosch (1991) and O’Regan and Noe (2001) have persuasively argued, just is this open-ended process

⁴⁹ “O foco muda de representar acuradamente um ambiente para continuamente engajar aquele ambiente com um corpo e assim estabilizar padrões de comportamento coordenado que são adaptativos para o agente.” (tradução nossa).

of actively engaging a world” (CLARK, 2007b, p. 271). Para nós esse é um ponto de fundamental interesse, por isso transcrevemos do original:

To sum up, humans and other primates are integrated but constantly negotiable bodily platforms of sensing, moving, and (as we'll see later) reasoning. Such platforms extend an open invitation to technologies of human enhancement. They are biologically designed so as to fluidly incorporate new bodily and sensory kits, creating brand new systemic wholes ⁵⁰(CLARK, 2007b, p. 271).

Para Clark (2007b) estas questões são cientificamente e filosoficamente importantes. No primeiro caso porque colocam a plasticidade e a adaptabilidade como elementos cruciais de um modelo da mente do agente. No segundo aspecto, porque mostram que se deve considerar as tecnologias disponíveis porque elas fazem parte da estrutura do sistema cognitivo humano (CLARK, 2007b).

2.3.1.4.9 O princípio da corporificação profunda

Estar no mundo, estabelecer relações de conhecimento e de ação, estar situado e poder organizar-se como agente cognitivo que participa ativamente de seu meio, lidar com as consequências das ações, criar alternativas para trazer soluções inéditas aos desafios naturais da vida individual e social é a nossa interpretação da condição do ser humano. Vemos nisto uma correspondência com as noções da cognição corporificada, situada, enativa e distribuída em sentido de que os usos que fazemos dos veículos externos geram um sistema de integração cognitiva. Todas estas abordagens focaram na ideia de um agente que tem uma percepção direta do ambiente e uma ação sobre ele (CLARK, 1997a, 2003, 2007b; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

Dando sustentação a essa posição, Clark (2007b) diferenciou três graus de corporificação e os denominou como mere embodiment, modest embodiment e profound embodiment (CLARK, 2007b, p. 276). No primeiro caso a criatura ou robô possui corpo e sensores que o tornam interrelacionado e engajado no ambiente sendo o corpo um meio de aplicar as soluções que foram processadas

⁵⁰ “Resumindo, os humanos e outros primatas são sistemas integrados, e permanentemente negociáveis, de sensações, movimentos e (como vemos) raciocínios. Tal sistema alcança um convite aberto às tecnologias de aprimoramento humano. São designados biologicamente para incorporar novas capacidades físicas e sensoriais, gerando novas totalidades sistêmicas” (tradução nossa).

exclusivamente no pensamento. No caso, esse ser controla o corpo através de comandos para cada fibra de músculo, tendão de uma determinada função. Sendo um robô o caso, para cada mola e efetor desde um processamento central (CLARK, 2007b).

Já no segundo caso, o corpo da criatura ou robô não é apenas um outro espaço de problema que requer constante controle de cada uma de suas partes, mas é um recurso com características e dinâmicas que podem ser ativamente exploradas permitindo formas fluidas de seleção de ação e controle. O trabalho em robótica situada explora esta condição e demonstra que as soluções possíveis são limitadas pela arquitetura do sistema que é incapaz de aprender novas soluções em resposta a danos, e mudanças, não crescem, não se autorreparam, não usam utensílios como ferramentas (CLARK, 2007b).

No caso da corporificação profunda, que nutre o entendimento sobre a cognição distribuída, o corpo não é simplesmente uma ponte para os processos de transdução periféricos atingirem o rico processo interno representacional que soluciona os problemas através de uma razão descorporificada. Diferente disto é descrita pelo autor como própria do corpo dos sistemas biológicos, e primatas em especial, que são especialmente organizados para constantemente rastrear e reconhecer oportunidades para integrar corpo e ambiente local, desta maneira criar novos circuitos (totalidades) agente cognitivo e ambiente local com o que estiver disponível para esse processo de aprender a gerar melhor performance através dessa totalidade interno-externo. Os elementos que viabilizam isso são a plasticidade neural modificando o esquema corporal, a disponibilidade das aferências internas e externas, temporalmente sequenciadas, e o uso transparente das ferramentas e equipamentos (CLARK, 2007b). Destas argumentações de Clark (2007b) elaboramos o Quadro 1 que descreve as principais diferenças de seu entendimento sobre a mente e a cognição. Conforme expomos na sequência:

Quadro 1 - Principais diferenças sobre a mente e a cognição

<p>Corporificação profunda: Deep embodiment</p>	<p>Imagem tradicional da mente como um órgão de controle descorporificado</p>
<p>Agentes cognitivos aproveitam os recursos do seu ambiente para aprimorar suas capacidades e habilidades com níveis ótimos de adaptabilidade</p>	<p>Inteligência enquanto capacidade de resolver tarefas específicas no menor tempo possível. Foco no aspecto racional como centro de tomada de decisão.</p>

(inteligência).	
Processo permanente e contínuo de testar e explorar as possibilidades de corporificação de novos elementos e estruturas em sua dinâmica de adaptabilidade e solução das necessidades detectadas.	A imagem do agente humano como limitado com uma mente fixa constituída apenas por um cérebro biológico e uma presença corporalmente limitada em um vasto mundo.
Uma totalidade auto-organizada sem um centro coordenador com interdependência entre todos os fatores, sem limites fixamente definidos.	Limites claros (fronteiras) entre o agente (interno/subjetivo) e o mundo (externo objetivo que precisa ser transformado em representações para serem processadas na mente-computador).
O corpo é criticamente importante pois não é mero transdutor de informações do mundo para representações a serem processadas em uma engenharia interna descorporificada, é sim um elemento que integra uma totalidade cognitiva.	Corpo como simples ponte de comunicação entre o mundo externo e a computação cerebral interna.
Muito de nosso engajamento eficiente com o entorno procede das mudanças neurais que capacitam o agente cognitivo sem a necessidade de representar cada um dos detalhes físicos e das tomadas de decisões.	Representação enquanto ferramenta explicativa central.
Relevância científica: reconhecer a plasticidade e a adaptabilidade como elementos centrais de um modelo da mente humana.	Não dá ênfase aos fatores neurobiológicos.
Relevância filosófica: considerar seriamente os recursos tecnológicos como constituintes da identidade de cada agente cognitivo. Uma visão híbrida da constituição do agente humano. Com potenciais para aprimoramento.	Não faz qualquer menção ao uso de ferramentas e apoios tecnológicos com vistas ao aprimoramento cognitivo humano.
Mentes plásticas de agentes corporificados e em transformação, cujas fronteiras e componentes são negociáveis, nos quais o corpo o pensamento e as sensações são trançados no arcabouço da ação intencional e situada. Desta forma é originado um “soft self” flexível e disponível para a transformação que decorre de seu engajamento nos contextos (adaptabilidade).	O agente é sempre o mesmo.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Clark (2007b).

2.4 SÍNTESE DA ORIGEM E EVOLUÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA SOBRE A COGNIÇÃO

Nossa abordagem de investigação para este capítulo pôs em evidência a noção de que a diversidade está na gênese da ciência cognitiva e, também, na sua evolução. Como uma característica que permitiu confrontos entre visões diferentes e o surgimento de novas ideias, novas metodologias, novas possibilidades de investigação. Consideramos esta multiplicidade de perspectivas, métodos e disciplinas como a dinâmica que garante um amplo desenvolvimento das investigações sobre a mente humana. Trazemos essa perspectiva com base em Gardner (1988) que diz que investigadores provenientes de uma determinada disciplina tem esperança nos resultados da interação produtiva com colegas de outras disciplinas seguindo a tradição dos assistentes aos simpósios de Hixon e de Macy e confiam que em um trabalho conjunto possam alcançar intelecções mais significativas do que as que obteriam numa perspectiva isolada (GARDNER, 1988).

Vimos que em suas origens as ciências cognitivas seguem o modelo cognitivista de interpretação e explicação do funcionamento do cérebro e de produção de conhecimento. Modelo importante que permite a introdução de uma terminologia teórica específica e a geração de um crescente número de pesquisas para descrever a mente e o encéfalo no nível funcional através da metáfora do computador (VON ECKARDT, 1995).

Julgamos importante considerar que o conceito de computador vem de campos externos a ciência cognitiva e é associado com a ideia sobre cognição e funcionamento cerebral. Dessa forma se entende que computadores são dispositivos que processam informação através de processar representações daquela informação e computação pressupõe um meio que é um sistema representacional. Nesta abordagem as capacidades cognitivas humanas consistem de um sistema de capacidades representacionais, ou seja, a mente se constitui como representações do mundo (VON ECKARDT, 1995).

Outro aspecto importante a considerar sobre as origens e evolução do estudo científico da mente humana é o de que nas décadas iniciais deste a neurociência disponível é insipiente e não tem impacto nas construções teóricas e metodológicas. E em especial o interesse filosófico de então se consolida sobre os conceitos e metodologias cognitivistas pois em lugar da neurociência os filósofos da mente têm

inspiração na psicologia cognitiva e na inteligência artificial. Ambas as disciplinas que se afastam dos mecanismos físicos e biológicos do organismo cognoscente (BICKLE; MANDIK; LANDRETH, 2019).

Entretanto, nas décadas de 1980 e 1990 a neurociência tem grandes avanços teóricos e metodológicos. Novas tecnologias de imagem permitem que a correlação entre áreas cerebrais e funções cognitivas sejam mapeadas. Também as investigações celulares e moleculares da organização e funcionamento do cérebro se tornam bem conhecidas (KANDEL, 2014). Assim o desenvolvimento da neurociência modifica a hegemonia cognitivista como melhor modelo explicativo da cognição humana. Permitindo o nascimento de uma nova abordagem no estudo da cognição humana, denominada cognição corporificada. Esta nova perspectiva questiona a necessidade explicativa da representação mental como única e melhor, a ação e a percepção passam a ser vistas como elementos constitutivos da cognição e a mente passa a ser entendida como um processo que emerge desde a experiência situada do organismo. Francisco Varela, Evan Thompson e Eleanor Rosch são autores pioneiros desta abordagem nas ciências cognitivas (CHEMERO, 2013).

Nesta transformação interpretativa uma melhor posição dos aspectos corporais, emocionais, ambientais e da dinâmica de complexidade cerebral originam novas abordagens de investigação. Neste programa o sistema nervoso e suas dinâmicas celulares ganha destaque bem como as experiências sensoriais, as percepções e as ações são entendidas como constitutivas da cognição humana (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

Pela abordagem corporificada enativista corporificado quer dizer que a cognição depende do tipo de experiência que se tem a partir de um corpo com capacidade sensório-motoras específicas. Este corpo com estas capacidades existe integrado em um contexto biológico, psicológico e cultural complexo e diversificado e os processos sensoriais e motores, bem como a percepção e a ação são inseparáveis na cognição viva (SHAPIRO, 2011).

Desta maneira as capacidades sensório-motoras garantem a possibilidade de interagir adequadamente com o ambiente de cada um, o que envolve uma coerência entre percepção e movimento. Conforme o organismo se move no ambiente, produz por este movimento, oportunidades para novas percepções ao mesmo tempo que abandona as anteriores. A percepção de novas características revela oportunidades

para novas atividades. Estabelecendo assim um ciclo de ação orientada pela percepção, no qual o movimento possibilita a percepção que por sua vez influi no movimento futuro o que determina novas percepções e assim sucessivamente. A percepção e ação são codependentes, o conhecimento do mundo depende das propriedades dos sistemas corporais e perceptuais (SHAPIRO, 2011).

A partir destas alternativas para diferentes estruturas explicativas sobre a cognição uma outra abordagem é possível. Assim, para Andy Clark (2013) os intercâmbios entre a neurociência, a teoria computacional, a psicologia, a filosofia, e a ciência cognitiva corporificada parecem estar entre os principais eventos do século XXI. Conforme Shapiro (2011) o filósofo Andy Clark é um entusiasta proponente da cognição corporificada e seu trabalho contribui muito para os programas de pesquisa nesta área, em particular sua abordagem expressa uma atitude conciliatória entre a dinâmica corporificada e a tradição cognitivista (CLARK, 2013; SHAPIRO, 2011).

Até aqui todas as considerações apresentadas corroboraram nossa posição de que o campo de estudo chamado Ciência Cognitiva desde suas origens se caracteriza por uma grande diversidade conceitual e metodológica mantendo em comum o interesse científico sobre a mente humana. As abordagens são múltiplas e fomentam debates que animam as pesquisas e para nós isto é uma característica intrínseca do campo e uma oportunidade para o exercício interdisciplinar. Finalizamos este capítulo assumindo que a natureza e forma de construção de conhecimento da ciência cognitiva é diversificada. Envolve debates e contrariedades que movimentam e aguçam as investigações e trazem gradualmente esclarecimentos sobre este grande enigma da natureza humana que é o seu sistema cognitivo (GENTNER, 2019).

Sendo essa uma tese realizada por uma neurocientista na pós-graduação da filosofia nos caiu bem explorar algumas ideias inspiradas em Thagard (2009) no artigo *Why cognitive Science needs philosophy and vice versa*. Ao defender que a filosofia é essencial ao estudo interdisciplinar da mente por ser capaz de lidar com questões que cruzam pelas diferentes áreas de pesquisa contribuído para estabelecer interrelações entre as diferentes abordagens que visam compreender a mente e a inteligência (THAGARD, 2009). Tal assumpção nos parece muito pertinente posto que no quarto capítulo desta tese nos dedicamos a uma exploração do trabalho do filósofo Andy Clark, e isso nos possibilitou verificar que sua forma de

ser filósofo da cognição incluiu uma continuada conversa com as várias áreas que compõem a ciência cognitiva (COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019).

Nesse sentido, conforme Thagard (2009) em sua compreensão sobre o que almejam as pesquisas interdisciplinares sobre a mente e a inteligência é compreender como a mente humana funciona para tornar os seres humanos mais inteligentes, ou ainda transformar para melhor alguns aspectos da vida humana. Uma visão ambiciosa com a qual tendemos a concordar embora estejamos ainda desafiados em decifrar a própria natureza da mente. No próximo capítulo trazemos uma exploração das contribuições da neurociência a este desafio.

3 O SISTEMA NERVOSO CENTRAL (SNC): UM SISTEMA NATURALMENTE COMPLEXO

Queremos primeiramente chamar a atenção para a complexidade estrutural e funcional dos seres humanos. São organismos complexos, uma combinação de moléculas, células, ossos, músculos, órgãos, movimento, emoções, desejos, intenções, planejamentos, imaginação, ideias, pensamento, ação, dentro de contextos ambientais, sociais, culturais e temporais também complexos. Compreender a natureza humana tem sido uma ambição filosófica e científica de todos os tempos historicamente conhecidos. Muitas e diferentes áreas do conhecimento se dedicam a essa investigação (CLARK, 1997a; EAGLEMAN, 2012; GAZZANIGA, 2004; KANDEL; SQUIRE, 2001; KELSO; ENGSTRØM, 2006).

Neste contexto de complexidade propomos que o estudo de cada elemento da constituição humana de modo isolado é importante, porém não é suficiente para compreender a condição integrada de cada indivíduo. Vamos explorar um pouco mais esta ideia com alguns exemplos. Pensemos: alguém assumiria que a mão humana, que realiza tantas e tão importantes funções seja uma parte independente do conjunto que conforma uma pessoa? Ou poderíamos conceber o coração, como separado e hierarquicamente superior em relação ao complexo conjunto de órgãos e funções que conjuntamente constituem o sujeito? Afinal de contas por meio de sua dinâmica de sístoles e diástoles esse órgão garante a continuidade do que concebemos como a vida. Isso poderia então justificar a interpretação de que cada humano vivo é seu coração em função do que esse realiza, garantindo a circulação sanguínea e essa, por sua vez, a vitalidade indispensável do organismo. Ou será que a marca do humano é o pulmão, esse outro órgão fundamental que garante que o oxigênio disponível na atmosfera do planeta chegue à intimidade dos processos metabólicos celulares e, através do ciclo de Krebs gere a energia vital necessária para a manutenção da condição ativa e desperta necessária todos os dias? Daí a condição de seres humanos depende desse incrível e invisível processo intracelular. Ou não, será que na realidade tudo depende das moléculas que respondem ao código genético e se organizam para estruturar todo o organismo, e por isso, merecem o destaque que explique a realidade de ser cada um.

Para nós, a compreensão detalhada das partes da constituição humana que a investigação científica, unida aos avanços tecnológicos engendrados pelos próprios

seres humanos, ao longo do tempo garante conhecimentos impressionantes. Que culminam na visão sobre os seres humanos enquanto organismos extremamente complexos constituídos por uma variedade de órgãos e cada um deles com uma função que lhe é própria e indispensável para que cada indivíduo exista como tal. Na constituição de cada um destes estão tipos específicos e especializados de células que foram originadas de uma única e primordial célula zigoto, ponto de origem de tamanha complexidade que subjaz na evolução biológica. Podemos concordar que todos esses órgãos, células, sistemas e suas funções própria conformam um todo, inseparavelmente reunidos e interconectados em dinâmicas que conformam o que identificamos como uma pessoa humana. Um ente corporal cognitivo agindo de modo proposital no ambiente circundante de forma que transforma o ambiente e é também por este transformado (CLARK, 1986, 2007b; EAGLEMAN, 2012; MITCHELL, 2003).

Assim, a biologia, a química, a anatomia dos sistemas, além de outros campos de investigação revelam conhecimentos excepcionais sobre a constituição humana. Obviamente não foi diferente com a neurociência, ou o estudo aprofundado e detalhado do sistema nervoso central dos seres humanos e em especial do cérebro. Este órgão está implicado com a coordenação funcional e motora do organismo humano e com as capacidades cognitivas deste, i.e., pensamento, reflexão, memória, percepção, que caracterizam o chamado comportamento inteligente (FARAH *et al.*, 2004; JESSELL; KANDEL, 1998; KANDEL, 2014, 2020; KANDEL; SQUIRE, 2001; SQUIRE; KANDEL, 1993).

Nesse amplo conjunto de possibilidades de pesquisa e investigação, nos finais dos anos 1990 vemos fortalecer-se uma área vital, que transforma a visão da mente humana e fomenta novos campos de pesquisa: a neurociência. Vamos focar na plasticidade neural em situação de enriquecimento ambiental para mostrar a passagem de uma perspectiva cognitivista tradicional da mente humana para uma perspectiva biológica e dinâmica. O Sistema Nervoso Central (SNC), especialmente o cérebro, desde sua microestrutura celular até o funcionamento como sistema cognitivo é objeto de muitas investigações e contamos com muitos achados que não passam despercebidos de modo algum a quem se interessa, como nós, em compreender as bases orgânicas da mente humana (GAZZANIGA, 2004; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; KANDEL, 2014; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Em termos celulares, os neurônios e as glias têm a capacidade de receber e transmitir impulsos elétricos oriundos de uma alteração de potenciais de ação da membrana celular, processo descrito como o mecanismo de transmissão de informações. Um complexo mecanismo de comunicação endógenas e exógenas que envolve as conexões neurais intracerebrais e se complementa com estruturas e processos extraneurais, por envolver aferências corporais e extracorporais, i. e., ambientais. Importante para nós, além de mostrar a associação entre funções neuronais e alterações do meio, é dar destaque para o fato de que não é tanto a atividade individual de cada célula do sistema cerebral, mas a natureza dinâmica das conexões entre as mesmas que é o ponto chave para a interpretação do mecanismo funcional do cérebro de modo que a organização cerebral não pode ser compreendida se as conexões entre as regiões cerebrais não forem consideradas e analisadas (EAGLEMAN, 2012; GAZZANIGA, 2004; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; KANDEL, 2014; VARELA *et al.*, 2001; ZIGMOND *et al.*, 1999).

A complexidade também é microscópica visto que os neurônios variam em sua forma, localização e interconectividade e isso se relaciona com suas funções. As glias garantem suporte estrutural e limites elétricos que garantem a modulação da atividade neuronal. Um mecanismo intricado, para dizer o mínimo, nada fácil de decifrar com exatidão, cujo estudo cuidadoso e criterioso possibilita a emergência de muitas correlações possíveis e que fundamentam as pesquisas sobre cérebro, mente e comportamento (EAGLEMAN, 2012; KANDEL, 2014; MATURANA; VARELA, 1995; VARELA *et al.*, 2001).

Inspirados pela pesquisa neurocientífica também nos envolve a visão das sinapses, dos neurotransmissores, despolarização e repolarização da membrana celular, conexões neurais que unidas a outras conexões geram sistemas relacionados às diferentes funções motoras, sensoriais, perceptivas, cognitivas, são como notas de uma sinfonia que unidas geram uma música que nos faz vislumbrar esse enigma que é a organização de um sistema que é dinâmico e adaptativo, que possui uma capacidade de plasticidade neural gigantesca nos primeiros anos da criança e que se mantém por toda a vida (EAGLEMAN, 2012; CICUREL; NICOLELIS, 2015; NICOLELIS, 2011; VARELA *et al.*, 2001).

As descobertas das várias regiões cerebrais especializadas e correlacionadas com diferentes funções se complementam com a organização de momentos cognitivos unificados e comportamentos coerentes através de mecanismos de

integração que ainda são questões que desafiam aos cientistas da cognição. Permanecendo muito intrigante e instigante investigar como essa complexa arquitetura de um órgão que compõe um organismo que é ativo no mundo participa da viabilização dos processos que chamamos cognitivos como perceber, pensar, imaginar, lembrar, ser consciente, ter crenças e desejos, agir. Mais amplamente: chegar a conhecer o mundo e a nós mesmos e transformar o que nos pareça necessário (VARELA *et al.*, 2001).

Entendemos que a neurociência é um acréscimo importante no campo da ciência cognitiva. A vemos como uma segunda onda evolutiva dentro do campo, a primeira foi a ênfase cognitivista a partir de seu nascimento em base a cibernética. Interpretamos a evolução do campo como sendo em sua fase inicial dominado pelos conceitos matemáticos e o surgimento da tecnologia computacional, com uma inclinação forte para a concepção de máquinas que pensam, a partir de processamentos centralizados como analogia para compreensão do que seria uma atividade cerebral. Atividades internas isoladas e independentes do fator corporal e de ação no mundo da vida. Conforme descrito no capítulo anterior desta tese (CLARK, 2001a; GARDNER, 1988; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994)

Com a neurociência, a cognição biológica chama a pesquisa para o mundo da vida. Entendemos que acontece assim a naturalização da mente, não mais vista como um ente isolado cerebralmente calculando sobre um mundo representado. Os aspectos biológicos da cognição humana ganham espaço como jamais o tiveram nos momentos anteriores. Com isso a influência hegemônica dos conceitos e metodologias da Inteligência Artificial sede espaço para a cognição natural, biológica (CLARK, 1986, 1997a; MATURANA; VARELA, 1994; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

Este aspecto biológico transforma a investigação sobre a cognição humana, como pode ser visto nas obras tanto de Francisco Varela quanto de Andy Clark. Especialmente para o segundo as descobertas da neurociência são integradas em seu projeto filosófico dedicado a compreensão da cognição humana (CLARK, 1987, 1997a, 1999a, 2001a; MATURANA; VARELA, 1994, 1995; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; VARELA, 1994).

Pensamos que isso nos justifica ao apresentarmos um capítulo dedicado a história e evolução da neurociência e sua colaboração importante para a ciência

cognitiva. Em especial porque seus achados demonstram que o sistema nervoso dos humanos se caracteriza por uma complexidade marcante que exige novas abordagens de investigação e pesquisa (CICUREL; NICOLELIS, 2015; GAZZANIGA, 2004; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

Embora defendamos a importância da neurociência para o campo, não fazemos para indicar qualquer aspecto de hegemonia para a área. Isso porque nossa posição é de que o campo é e necessita ser pluralístico, dado que se fundamenta na reunião complementar de diferentes disciplinas e ferramentas explanatórias (DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009; GENTNER, 2019; MILLER, 2003; THAGARD, 2019).

3.1 A NEUROCIÊNCIA

A ciência do sistema nervoso (SN) teve suas origens em período anterior ao século XX e era então desenvolvida de maneira isolada por neuroanatomistas, neuroquímicos, neurofisiologistas, psicólogos e neuropsicólogos. Foi nos finais dos anos 1960 que o termo neurociência foi definido e que teve início um trabalho conjunto de todas essas áreas. Fato que possibilitou o compartilhamento do objetivo de compreender a estrutura e o funcionamento cerebral em situações normais e, também, nas disfunções, bem como de conceitos e de metodologias (ZIGMOND *et al.*, 1999). Para darmos a ênfase que julgamos apropriada para este passo científico faremos uma citação do texto original:

At the threshold of the 21st century, the Hubble space telescope is providing us with information about as yet uncharted regions of the universe and the promise that we may learn something about the origin of the cosmos. This same spirit of adventure is also being directed to the most complex structure to exist in the known universe – the human brain. The complexity of the human brain is enormous, describable only in astronomic terms. For example, the number of neurons in the human brain (about 10^{12} or 100 billion) is approximately equal to the number of stars in our Milk Galaxy¹ (ZIGMOND *et al.*, 1999, p. 4).

¹ “No início do século XXI o telescópio espacial Hubble nos fornece informações de partes do universo até então inexploradas e a promessa de que possamos saber algo sobre a origem do cosmos. O mesmo espírito de aventura é direcionado para outra complexa estrutura que existe no universo conhecido – o cérebro humano. Sua complexidade é gigantesca, descrita em termos astronômicos. Para exemplificar, o número de neurônios (cerca de 10^{12} ou 100 bilhões) é aproximadamente o mesmo ao de estrelas na Via Láctea.” (tradução nossa).

Com um título muito sugestivo *Neuroscience: breaking down scientific barriers to the study of brain and mind* Kandel e Squire (2001) argumentam que o estudo do cérebro é um campo interdisciplinar com uma posição central nas investigações biológicas e psicológicas e dessa forma a neurociência abrange assuntos variados desde os genes e as moléculas até a cognição e a mente. Especialmente as descobertas moleculares e da neuroplasticidade enriquecem a compreensão de como o cérebro desenvolve sua sofisticada complexidade fundamentada nas qualidades de suas conexões neurais (KANDEL; SQUIRE, 2001).

3.1.1 O sistema nervoso central (SNC)

Pensando em fundamentar nossa perspectiva de um sistema naturalmente complexo, trazemos dados neuro-anatômicos e neurofisiológicos. Mesmo que para a neurociência estrutura e função se complementam na investigação de como é seu funcionamento, e não enquanto atividade celular ou molecular isoladamente, vamos trazer algumas noções a respeito do tecido nervoso.

Quanto a constituição celular, o sistema nervoso central é formado por células nervosas, que são os neurônios, e por células gliais. As primeiras são a unidade estrutural e funcional do cérebro, recebem e transmitem sinais (químicos e elétricos) das suas células vizinhas. Elas se caracterizam pelo mecanismo eletroquímico de transmissão de sinais tanto de organismos muito simples até os humanos. Se considera as capacidades funcionais que distinguem aos humanos dos demais seres tem origem nas diferenças consideráveis na organização dos padrões de conexão interneurais (MILDNER, 2008; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Sabemos que o neurônio típico dos seres vertebrados é afetado por sinais sobre seu corpo neural e seus dendritos; o que pode excitar a célula nervosa, a inibir ou modular; e participa do circuito neural gerando também excitação, inibição ou modulação em outra célula, ou conjunto de células. Com essa descrição queremos apontar para a dinâmica não linear dos padrões sinápticos que se formam nas conexões neurais (CRICK, 1994; MILDNER, 2008; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Julgamos importante essa visão da neurofisiologia do sistema nervoso enquanto dinâmica e complexa que abrange uma intensa e contínua atividade sináptica. Dentro dessas relações sinápticas estão o princípio de divergência que é quando a terminação de um axônio pode alcançar centenas de outros neurônios e o

princípio de convergência que é quando um único neurônio pode receber sinais de centenas de outras células, estes dois princípios são um tema importante da organização do sistema nervoso (CRICK, 1994; ZIGMOND *et al.*, 1999).

A neurofisiologia também demonstra que mesmo quando em situação de não ativação funcional evidente o potencial de repouso neuronal existe de modo lento e regular, numa atividade neural contínua, que é uma condição de prontidão para responder quando necessário. Com isso queremos chamar a atenção para o fato de que o sistema nervoso está sempre em um momento de maior ou menor ativação, mas sempre ativo, pronto para responder às demandas, como um órgão coordenador das diferentes atividades do organismo humano (CRICK, 1994).

Em termos de neurociência cognitiva as investigações não se dão sobre todo o sistema nervoso central, não existindo o enfoque da medula espinhal ou do tronco encefálico, mas sim especialmente do córtex cerebral com ênfase no neórtex. Dessa forma, na continuidade exploramos algumas informações sobre o córtex cerebral.

O neórtex corresponde à superfície do córtex cerebral sendo, em relação as conexões interneurais, mais desenvolvido nos humanos. Para Kandel e Squire (2001) a *capacidade computacional* cerebral é assegurada pelas *interações entre bilhões de neurônios*, reunidos em circuitos neurais que executam operações específicas mediando o comportamento e a cognição (KANDEL; SQUIRE, 2001, grifo nosso). Interpretamos que o termo computacional herdado da ciência cognitiva, da então nascente inteligência artificial, é usado na neurociência sem envolver códigos linguísticos e simbólicos como no modelo cognitivista.

Macroscopicamente o cérebro humano é mapeado em lobos frontal, temporal, parietal e occipital, em ambos os hemisférios cerebrais. Sua superfície corresponde à substância cinzenta que é composta pelos corpos dos neurônios e pelas glias. É o tecido nervoso no qual as informações (que são atividade elétrica e química) estão relacionados com as funções sensoriais, perceptivas, motoras e cognitivas (CRICK, 1994; GAZZANIGA, 2004; MILDNER, 2008).

No cérebro humano, os corpos dos neurônios também existem nos núcleos subcorticais, especialmente o tálamo e o corpo estriado, que recebem aferências do tronco encefálico e cerebelo e as enviam ao córtex participando das vias sensoriais e motoras. O controle do movimento corporal por exemplo envolve, além da medula espinhal, o córtex motor, o corpo estriado e o cerebelo e embora nosso

conhecimento das diferentes partes do cérebro está bem iniciado, resta muito por conhecer do que fazem exatamente o tálamo, ou o corpo estriado, ou o cerebelo. Temos noções importantes sobre sua participação nas sinalizações dentro do sistema, mas um conhecimento detalhado ainda está por vir, muito ainda permanece por ser descoberto (CRICK, 1994).

Para Kandel (2020) Francis Crick é o biólogo mais importante de nossa época, tem dedicado os últimos trinta anos de sua vida a estudar como surge a consciência a partir do funcionamento do cérebro. Na obra de Crick (1994) encontramos que na sua visão o neocórtex é o tecido mais complexo do córtex cerebral e se associa com várias estruturas subcorticais em especial o tálamo. Os sinais corticais passam por ele, como se ele fosse uma espécie de portão, especialmente as aferências que chegam ao córtex cerebral. Adjunto a ele temos o corpo estriado que tem importante relação com o controle do movimento corporal (CRICK, 1994).

Em termos funcionais, o córtex cerebral combina algum grau de localização com a cooperação entre diferentes áreas durante as atividades mentais. E a como estas interações acontecem, tanto locais quando entre diferentes áreas é o que define a função resultante. É possível traçar um mapa geral do neocórtex e assim caracterizar as diferentes regiões de acordo a sua função primária (CRICK, 1994).

Para enriquecer nosso foco na complexidade do córtex cerebral lembramos que se considera que existam bilhões de neurônios e um número incalculável de conexões interneurais. Algumas destas são locais e outras percorrem distâncias importantes para conexões com outras áreas neuronais. No último caso os axônios neuronais são cobertos por mielina o que conforma o que chamamos substância branca cerebral que garante velocidade na transmissão do impulso nervoso. Em conjunto as conexões locais e à distância demonstram quão grande são as comunicações dentro do cérebro (CRICK, 1994).

O córtex cerebral é constituído por muitas centenas de tipos diferentes de neurônios. O tipo mais frequente é a célula piramidal, cerca de 70% do total, é uma célula excitatória, que faz muitas conexões com muitas outras áreas cerebrais. Uma célula piramidal pode ter cerca de 20.000 sinapses. Junto destas estão os interneurônios cuja função é principalmente inibitória. E todo esse conjunto opera com alças de feedback que são fundamentais para o bom funcionamento cerebral (MILDNER, 2008).

Existem sinapses elétricas e químicas, estas últimas podem ser excitatórias ou inibitórias. Em se tratando de conexões entre áreas distantes as sinapses são excitatórias, já as sinapses inibitórias são frequentes localmente. Existem muitos tipos de neurotransmissores bem como muitos tipos de canais, alguns abrem rápido, outros lentamente, ou alguns se fecham rapidamente e outros lentamente.

Neurônios de diferentes áreas apresentam propriedades de resposta diferentes. Por exemplo, os neurônios sensoriais respondem a um estímulo presente, enquanto os neurônios de associação permanecem ativos por mais tempo, provavelmente porque participam associando a percepção a um plano de ação (CRICK, 1994; KANDEL, 2020).

Com estes dados queremos salientar que o cérebro humano não é uma estrutura uniforme, as populações de neurônios variam em tamanho, forma, maneira de processar os sinais eletroquímicos, neurotransmissores que usam para se comunicar com outros neurônios. Geralmente as células nervosas que estão próximas tem as mesmas propriedades físicas e funcionais e formam uma região que tem função própria e diferente de outras populações. Assim teremos regiões especializadas para a visão, outras para audição, outras para controle motor, outras para expressão emocional e assim com tantas outras funções cerebrais. Por outro lado, acontecem muitas interações entre as diferentes áreas (CRICK, 1994; MILDNER, 2008).

Sobre esse aspecto das interações neurais, contemporaneamente Miguel Nicolelis propôs sua Teoria do Cérebro Relativístico (TCR que sustenta a tese de que o cérebro humano opera como um todo de forma contínua, não usa uma localização espacial restrita do tecido neural para executar cada uma das suas atividades mentais pois utiliza a atividade sincronizada de múltiplas regiões cerebrais distribuídas por toda anatomia para produzir cada uma das suas funções neurológicas e cada um dos comportamentos visíveis (NICOLELIS, 2020, p. 17). Essas informações nos interessam porque ao nosso ver indicam que mesmo o conhecimento sobre o funcionamento cerebral continua em desenvolvimento e evolução.

Outro aspecto a considerar diz respeito ao que se descobriu através dos genes e dos processos epigenéticos que definem a estrutura geral do sistema nervoso. Com destaque para a importante descoberta de que a experiência no mundo é necessária para refinar muitos detalhes da sua estrutura cerebral, processo

esse que ocorre em todas as fases da vida do indivíduo. Para apoiar o entendimento deste aspecto citamos:

These molecular signals direct differentiation, migration, process outgrowth, and synapse formation in the absence of neural activity. Neural activity is needed, however, to refine the connections further so as to forge the adult pattern of connectivity. The neural activity may be generated spontaneously, especially early in development, but later depends importantly on sensory input. In this way, intrinsic activity or sensory and motor experience can help specify a precise set of functional connections² (KANDEL, E; SQUIRE, 2001, p. 123).

Não podemos deixar de levar em consideração o fato de que o cérebro é acoplado com todo o corpo do sujeito. Aferências contínuas provenientes tanto no ambiente externo ao corpo, quanto do próprio corpo, ativam os diferentes e especializados órgãos sensoriais no corpo e a partir desses aos diferentes grupos neurais através dos sinais eletroquímicos (sinapses). Desse modo garantem que o cérebro receba sinais de ambos os ambientes intracorporais e exteriores concomitantemente gerando diferentes processamentos (CLARK, 1997a; CRICK, 1994). Para apoiar no entendimento sobre a relevância do ambiente na constituição e funcionamento cerebral citamos:

A complete understanding of the nervous system requires not only an appreciation of how nerve cells function, but also of how they develop their characteristic features and interconnections. To understand neuronal differentiation, it has been necessary to identify environmental signals that control the transcription of neural genes and regulate the posttranscriptional events within nerve cells that define their identity, their survival, and their functional properties³ (JESSELL; KANDEL, 1998, p. 368).

Dentro dessa perspectiva de complexidade e diversidade, estudos mais recentes em neurociência têm incluído a investigação da evolução do cérebro humano. Aspecto que foi anteriormente negligenciado porque se considerava que os mamíferos possuíam cérebros similares em sua estrutura interna e o que mudava

² “Esses sinais moleculares dirigem a diferenciação, a migração, o processo de crescimento, e a formação das sinapses na ausência da atividade neural. Porém a atividade neural é necessária para refinar as conexões definindo os padrões maduros de conectividade. A atividade neural pode ter geração espontânea, especialmente precocemente no desenvolvimento, mas depois passa a depender de modo significativo das aferências sensoriais. Desta maneira, a atividade intrínseca ou a experiência sensorio motora podem colaborar para especificar um conjunto funcional específico” (tradução nossa).

³ “Um entendimento completo do sistema nervoso requer não apenas uma apreciação do funcionamento dos neurônios, mas também de como desenvolvem suas características e interconexões. Para compreender a diferenciação neural, é necessário identificar as aferências ambientais que governam a transcrição dos genes e regulam os eventos pós-transcrição nas células e que definem sua identidade, sobrevivência, e sua função própria.” (tradução nossa).

entre as espécies era o tamanho. Entretanto, embora as bases moleculares e as propriedades elétricas neuronais são conservadas entre as espécies, o que as distingue em relação as habilidades cognitivas é o número de neurônios e os detalhes das conexões (KANDEL; SQUIRE, 2001; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Modernamente as evidências relacionadas com a evolução cerebral demonstram que a estrutura cerebral varia de forma considerável entre as diferentes espécies. As investigações a esse respeito se focam na evolução do córtex cerebral por ser uma parte relacionada com aspectos cognitivos que parecem ser distintamente humanos (ZIGMOND *et al.*, 1999).

De acordo com a biologia a história da vida é repleta de diversificações relacionadas com a adaptação de cada espécie *ao seu particular ambiente* através da ideia da seleção natural, que nos indica que aquelas capacidades que melhor respondem as necessidades da vida dos indivíduos permanecem e são usadas. Resumidamente, o que é mais favorável a vida permanece selecionado. Nessa perspectiva cada espécie, ou mesmo um ramo dela, possui uma e particular história de modificações, gerando características que a diferenciam das demais, ao mesmo tempo que combinam capacidades recentemente adquiridas com outras preservadas de seus ancestrais (ZIGMOND *et al.*, 1999, grifo nosso). Com isso queremos dizer que o cérebro humano tem uma história evolutiva e, também, permanece adaptável no ciclo atual da vida do sujeito, para nós essa é uma característica de extrema importância ao se pensar sobre evolução das funções perceptuais, motoras e cognitivas.

Ainda considerando as investigações biológicas encontramos que muitas das organizações da estrutura do córtex cerebral são correlacionadas com as funções cognitivas dos humanos. Um exemplo é o da aquisição da linguagem que acontece por exposição e não por treino explícito parecendo que existe uma disposição inata para a comunicação linguística. Embora permaneça por elucidar em que momento da evolução humana surge a linguagem, existe a indicação de que essas novas capacidades cognitivas, além da linguagem, a arte, a manufatura de ferramentas e de utensílios, a ritualização dos acontecimentos, os padrões de organização social complexos, não ocorrem apenas pelo aumento do tamanho do cérebro, mas têm relação com a organização das conexões celulares (ZIGMOND *et al.*, 1999).

3.1.2 Os sistemas sensoriais e a percepção

Para conhecer o mundo no qual cada sujeito experiencia a vida, uma variedade de sistemas sensoriais, que respondem com especificidade a estímulos relacionado com o tipo de receptor sensorial, executam a transdução do estímulo que lhe corresponde (mecânico, químico, luminoso) em impulsos elétricos (aferências sensoriais) para o sistema nervoso central, para serem usados nos circuitos neurais. Dessa maneira, existem diferentes modalidades sensoriais, independentes e, também, especificidade de localização no corpo. Falamos então de um sistema muito organizado e especializado. Todos estes sistemas podem funcionar concomitantemente, porque conformam vias ascendentes específicas e chegam a regiões cerebrais também específicas, o que conforma um mapa somatossensorial (ZIGMOND *et al.*, 1999). Para garantir uma clara compreensão do funcionamento de um órgão receptor sensorial citamos “[...] each of those forms of energy must be first transduced by specialized cells, thereby converting the stimulus into a signal that produces a neuronal response⁴” (ZIGMOND *et al.*, 1999, p. 659).

As aferências sensoriais são provenientes tanto dos estados internos do corpo quanto da sua superfície externa. As variações no ambiente interno e externo do corpo modificam a atividade das células que são morfologicamente adaptadas para responder aos diferentes estímulos. Assim podemos interpretar o corpo humano como um grande sistema sensorial tanto internamente quanto externamente, que continuamente nutre o sistema nervoso (ZIGMOND *et al.*, 1999).

De modo geral, parte dessas aferências se dirigem ao sistema motor (medula espinhal, cerebelo) e operam em níveis não conscientes. Outra parte vai para o córtex cerebral sendo usado na percepção e atingindo níveis de consciência. O que torna essa segunda maneira importante para a cognição porque permite que o sistema cerebral crie uma representação -espaço de atividade neural - ordenada do próprio corpo do sujeito e, também, das coisas no ambiente no qual ele está inserido (ZIGMOND *et al.*, 1999). Apoiando a compreensão dessa ideia, citamos “[...] the function of each sensory system is to provide the CNS with a representation of the external world⁵” (ZIGMOND *et al.*, 1999, p. 657), cuidando de entender que através

⁴ “[...] cada forma de energia precisa ser transduzida por células especializadas, assim convertendo o estímulo em sinal elétrico que produz uma atividade neural”. (tradução nossa).

⁵ “[...] cada sistema sensorial é prover o SNC com uma representação do mundo exterior.” (tradução nossa).

das aferências sensoriais circuitos neurais se ativam e estão por aquilo que está no mundo.

Mesmo nos estágios iniciais de ativação periférica dos receptores, o sistema nervoso realiza a construção de uma representação do mundo, pois aquela ativação naquele órgão receptor está por aquilo que está no mundo. Para nós uma representação que é corporal pois se realiza através das aferências sensoriais ascendentes e que também é dinâmica e flexível, que se adapta a variação das circunstâncias. Com isso queremos propor que nosso sistema nervoso responde através das sensações com uma rede complexa de ativações neuronais, organizadas e hierárquicas, para dar conta de situar aquele sujeito no seu contexto de existência e para a organização do comportamento dele direcionado por objetivos de uma adequada relação sujeito-mundo. Dito de outra forma, somos seres conectados através dos sistemas sensoriais ascendentes e dos mecanismos descendentes à realidade na qual estamos inseridos. Processo que gera um dinamismo que se auto-organiza de acordo às necessidades e mudanças internas do organismo e externas ao organismo (CLARK, 1999b; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Mas não é apenas a contínua atividade sensorial que importa porque é necessário considerar a íntima interação entre essas aferências ascendentes com as atividades descendentes que caracterizam os mecanismos direcionados a objetivos. Ou seja, toda essa abundância de possibilidades sensoriais ativa muitos e variados processos cerebrais que somados organizam os comportamentos fisiológico, motor e cognitivo do sujeito de forma a manter uma condição adequada deste no ambiente em resposta às necessidades de manutenção da vida (BRODAL, 1998; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; MILDNER, 2008; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Até aqui fizemos considerações sobre as aferências sensoriais e nesse ponto passamos a tratar da percepção. Consideramos se tratar de uma habilidade que garante dar sentido ao que as aferências sensoriais trazem ao sistema cerebral ao mesmo tempo que orienta essas percepções para objetivos específicos. Juntos esses dois mecanismos, ascendente e descendente, dão origem à percepção, ativam memórias armazenadas e formam a base da experiência consciente e também ativam atenção de forma a poder alterar os sinais ascendentes otimizando a percepção. Sendo por conta dessa interação entre os mecanismos ascendentes e

descendentes que a percepção difere da simples sensação (ZIGMOND *et al.*, 1999). Para exemplificar consideramos as duas situações seguintes: (1) mesmo com graus de consciência severamente diminuídos, como por exemplo diferentes estados comatosos, os testes sensoriais podem gerar respostas motoras, indicando a presença da sensação, sem a presença da percepção, (2) pela sensação tátil e proprioceptiva podemos evitar a queda de um objeto das nossas mãos de maneira automática e percebermos nossa ação depois de a ter realizado. Reforçando essa ideia citamos “[...] we can see that detection of a stimulus and recognition that an event has occurred are what we usually call sensation; interpretation and appreciation of that event constitute perception⁶” (ZIGMOND *et al.*, 1999, p. 658).

Conectando sensações e percepções podemos dizer que o sistema nervoso possui mecanismos intrínsecos, não sendo meramente um sistema passivo aguardando para responder às aferências sensoriais. Nesse sentido os sistemas sensoriais fornecem aferências ao sistema nervoso central que realiza uma contínua conexão com o ambiente externo participando do sistema coordenador das ações motoras e comportamentais do organismo (BRODAL, 1998; DE CARVALHO, 2020; ZIGMOND *et al.*, 1999).

3.1.3 O sistema motor

Além das sensações e das percepções que conectam o organismo ao mundo através das incalculáveis atividades neurais do sistema nervoso central, as ações que esse mesmo organismo realiza no mundo são o outro aspecto relevante do estudo da neurociência. Para Zigmond *et al.* (1999) “[...] in one way, the motor system is like the sensory system turned backward⁷” (ZIGMOND *et al.*, 1999, p. 855) que queremos usar no sentido de apontar o sistema motor como um complemento que em correlação com os sistemas sensoriais e perceptivos constitui a participação do sistema nervoso na organização e adaptação do sujeito em sua realidade de vida.

Nesse sentido as aferências sensoriais ascendentes atingem centros motores inferiores ou chegam aos centros cerebrais superiores, e muitas conexões neurais

⁶ “[...] podemos notar que a detecção de um estímulo e o reconhecimento de que algo aconteceu é o que usualmente chamamos sensação; a interpretação e apreciação daquele evento constitui a percepção.” (tradução nossa).

⁷ “[...] em certo sentido, o sistema motor é o sistema sensorial ao reverso.” (tradução nossa).

acontecem, tanto na medula espinhal, nos gânglios da base, no cerebelo, quanto no córtex pré-motor e motor conferindo alto grau de complexidade na organização do comportamento motor. Tanto movimentos automáticos como a postura ereta vencendo a gravidade, quanto movimentos voluntários que são aqueles sobre os quais pensamos e conscientemente planejamos dependem das conexões neurais flexíveis e adaptadas que ativam as musculaturas envolvidas em cada uma das atividades motoras necessárias a cada momento (ZIGMOND *et al.*, 1999).

Nos sistemas motores vemos o mesmo arranjo especializado e organizado das áreas, núcleos e vias envolvidos nos diferentes comportamentos, sejam esses de tipo reflexo, automático ou voluntário. No caso específico dos movimentos voluntários, são múltiplas as áreas corticais que se ativam, em adição ao córtex motor primário, mesmo em movimentos simples. Atualmente sabemos que o controle do movimento voluntário envolve o córtex anterior ao sulco central, que é a área motora primária, a área motora suplementar bem como muitas outras áreas no córtex pré-motor. Todas essas áreas são conectadas entre si e recebem aferências do córtex pré-frontal e parietal, bem como dos gânglios da base e do cerebelo via tálamo. Conforme medidas de ativação cortical feitas por imagem funcional ou pelo registro dos potenciais de ação se demonstrou a ativação de milhares de neurônios corticais e milhões de sinapses na execução do controle motor voluntário (ZIGMOND *et al.*, 1999).

Os estudos em neurociência indicam que as áreas corticais envolvidas com o movimento voluntário, para além do córtex motor primário, usam uma variedade de informações sensoriais para iniciar e para guiar os movimentos. Também que a atividade neural nas áreas corticais motoras é dependente de contextos comportamentais, por exemplo se a situação oferece resistência ao movimento, se existem perturbações que interferem sobre a execução do movimento, se o que é necessário é um movimento pequeno e preciso, ou grosseiro e amplo. Mais investigações são necessárias para esclarecer como as várias áreas motoras corticais contribuem para a performance dos movimentos em diferentes contextos comportamentais (ZIGMOND *et al.*, 1999).

Nosso objetivo nessa tese não é descrever extensamente como se processa o controle motor, mas buscamos indicar que também se trata de uma circuitaria complexa na qual contribuem diferentes aferências e diferentes áreas cerebrais. Nosso interesse é de sustentar a complexidade que caracteriza o funcionamento do

sistema cerebral como parte importante do sistema nervoso central. E novamente propor que mesmo que muito já foi descoberto pelas investigações neurocientíficas, restam muitos aspectos ainda por decifrar, o que longe de ser um problema é um convite aberto para novas investigações e possibilidades.

3.1.4 A plasticidade neural

Um dos aspectos, para nós, excepcionais do que já conhecemos sobre o cérebro humano é a plasticidade neural. Sobre esse assunto Brodal (1998) define que “[...] the plasticity of the nervous system, is its ability to adapt structurally and functionally to altered demands⁸” (BRODAL, 1998, p. 124). A plasticidade é importante no desenvolvimento normal do sistema neural possibilitando a adaptação em decorrência de estímulos tanto endógenos quanto exógenos, é uma capacidade de esculpir a organização neural durante o período de desenvolvimento e, também, quando o sistema já estabilizou seus padrões de funcionamento. A especificação e estabilização dos sistemas neurais dependem dos processos dinâmicos produzidos pela interação múltipla entre processos genéticos, aferências sensoriais e sistema neural (STILES, 2000).

Para maior compreensão desse aspecto vamos considerar que os genes governam a estruturação do sistema nervoso em muitos detalhes importantes da sua estrutura geral anatômica, fisiológica e neuroquímica. Entretanto o desenvolvimento de cada neurônio também depende da influência que recebe das células vizinhas, da sua própria atividade e das interconexões que se estabelecem tanto durante a fase do desenvolvimento quanto na fase madura do sistema nervoso e que dependem da interação entre os fatores genéticos e os ambientais. Resumidamente a plasticidade é a capacidade do sistema nervoso de mudar sua estrutura e função em resposta a exigências e alterações ambientais, sendo um sistema modificável, especialmente nas suas sinapses (BRODAL, 1998).

Nessa mesma abordagem dizemos que muito da estrutura e função cerebral humana é especificada por determinação genética que reflete as experiências comuns das gerações anteriores. Ao mesmo tempo que detalhes das características físicas de cada indivíduo variam, bem como as do ambiente e da sociedade. Ou

⁸ “[...] a plasticidade do sistema nervoso é uma capacidade adaptativa da estrutura e função em resposta a mudanças e necessidades” (tradução nossa)

seja, nem todos os aspectos da pessoa e do ambiente são pré-determinados ou fixos e o sistema nervoso lida com essas variações mantendo um grau de plasticidade adaptativa que permite maneiras de ajustar e modificar seus padrões inatos de conexões neurais. Devido a esse inteligente sistema de ajustamento adaptativo baseado no uso e qualidade das ações, o sistema nervoso customiza suas conexões para cada indivíduo com uma especificidade que eventualmente não precisa nem pode ser registrada no genoma (ZIGMOND *et al.*, 1999)

Essa capacidade permanece ao longo da vida, sendo muito maior nos períodos do desenvolvimento infantil. Esse período é por isso considerado como período sensorial crítico, no qual as propriedades anatômicas e funcionais dos neurônios são particularmente modificáveis pela experiência. O importante aqui é que se experiências necessárias ao desenvolvimento de certas conexões não acontecerem nesse período, a percepção e o comportamento daquele indivíduo, como por exemplo respostas emocionais e habilidades de linguagem, podem ficar prejudicados. Mas também é interessante notar que por ser uma capacidade que perdura por todo o ciclo vital, mesmo em idades avançadas podem acontecer respostas favoráveis relacionadas a qualidade das funções neurológicas de acordo as experiências que o sujeito vive (BRODAL, 1998; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Sobre esse processo em adultos existem evidências da permanência da flexibilidade na organização dos sistemas neurais como córtex somatossensorial, córtex visual primário, córtex auditivo primário, tálamo, hipocampo. Demonstrando que a plasticidade não é exclusiva dos períodos de desenvolvimento e sim que as mudanças são propriedades tanto do sistema neural imaturo quanto maduro. Para salientar a relevância desse fato neurobiológico transcrevemos do original:

Neural development is an active, reciprocal process. The construct of functional plasticity refers to the dynamic and adaptive processes that underlie brain development and function. The normally developing brain is dynamic and plastic. Initially, there is a profusion of connections throughout the brain. With development, many of these early connections are withdrawn, whereas others are retained. This selective retention process is presumed to be the product of competitive processes that are driven to a large extent by input. The structure and organization of the mature normal brain is the product of these plastic, competitive processes. Furthermore, the capacity for plastic change is never completely lost⁹ (STILES, 2000, p. 266).

⁹ “O desenvolvimento neural é um processo ativo e recíproco. O conceito de plasticidade funcional se refere a processos dinâmicos e adaptativos que subjazem ao desenvolvimento e a função neural. O desenvolvimento cerebral é dinâmico e plástico. Inicialmente existe uma profusão de conexões pelo

Em relação à neurociência e à complexidade do córtex cerebral as várias referências anteriores que apresentamos deixam claro que os fatores ambientais têm participação no desenvolvimento deste sistema, implicando na conformação final das conexões neurais e das funções das redes neurais. Destaque para o fato de que as atividades que o sujeito realiza no ambiente aumentam as ramificações dendríticas e o número de sinapses de suas conexões neurais e tais modificações estão relacionadas com a cognição. Nesse sentido, para Stiles (2000) o cérebro é um sistema dinâmico e auto-organizado, que constantemente responde às aferências sensoriais e participa da organização dos comportamentos humanos (BRODAL, 1998; FARAH *et al.*, 2004; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; MILDNER, 2008; STILES, 2000; ZIGMOND *et al.*, 1999).

Acrescentamos a este tópico sobre plasticidade neural o que Kandel (2020) afirma sobre os circuitos neurais do cérebro humano que quando alterados, geram modificações na forma de vivenciar a realidade daquele indivíduo, em grau e tipo, nos níveis consciente e inconsciente. Reconhecendo que o seu próprio trabalho mostra que o aprendizado, a experiência, alteram as conexões entre os neurônios, indicando que o cérebro de uma pessoa é um pouco diferente do cérebro de todas as outras (KANDEL, 2020). Queremos destacar que nossa interpretação dessas afirmações se relaciona com a plasticidade neural e a dinâmica neuroquímica e morfológica que caracterizam o órgão cérebro como capaz de modificar-se conforme as demandas exteriores e mesmo interiores. Sustentamos que isso se dá não apenas em condições de adoecimento, mas também nas condições de integridade. Assim, nos sentimos seguros em afirmar que nossas condições de vida cotidiana constituem nossa cognição pelo fato de que as experiências geram aferências que são sinais que desencadeiam ativações, inibições e moderações na circuitaria neuronal constantemente. Nossa visão é de que esculpimos nossa cognição a cada instante em que agimos e percebemos o mundo a nossa volta.

cérebro. Com o desenvolvimento, muitas dessas conexões precoces eliminadas enquanto outras são mantidas. Esse processo seletivo é presumivelmente o resultado de processos de competição dirigidos por aferências sensoriais. A estrutura e organização do cérebro maduro de condição saudável é o produto deste processo que jamais é totalmente perdido.” (tradução nossa).

3.2 A NEUROCIÊNCIA COGNITIVA MODERNA É FORTEMENTE INTERDISCIPLINAR

De maneira geral podemos dizer que a neurociência cognitiva tem como objetivo compreender os sistemas neurais que suportam os processos cognitivos, reunindo para isso duas complexidades que são a neurociência e a cognição (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019). Para Jessell e Kandel (1998) a neurociência cognitiva desenvolve uma aproximação entre a ciência e a função mental mediada pelos sistemas cerebrais assumindo a complexidade do comportamento e de sua representação no cérebro (JESSELL; KANDEL, 1998). Também é definida como uma subdisciplina da neurociência interessada nas funções mentais superiores, com um crescente interesse nas bases neurobiológicas dessas (SQUIRE; KANDEL, 1993). Mais sintética e objetiva é a definição de Reuter-Lorenz *et al.* (2010) por D'Esposito: “[...] the study of the biological basis of the mind¹⁰” (REUTER-LORENZ *et al.*, 2010, p. 204). Acrescentamos nossa própria interpretação de que investigar as bases biológicas não é o mesmo que definir exatamente a natureza da mente, e sim identificar o seu correlato biológico. Que é parte importante, interessante e que contribui fortemente com as investigações sobre a mente humana, sem exaurir o tema. O importante para nós é a questão de como o cérebro participa no processo cognitivo, e não a redução da cognição ao neurônio.

3.2.1 As origens da neurociência cognitiva

Buscamos em Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) argumentos iniciais sobre a neurociência cognitiva. Em 1970, no esforço de muitos cientistas de encontrar um termo para a pesquisa que uniria a cognição (enquanto processo de conhecer ou daquilo que resulta da atividade da consciência, da percepção e do raciocínio) e a neurociência (que é o estudo de como o cérebro é organizado e funciona) com o foco de abordar a questão de como as funções do cérebro físico se relacionam com a geração dos pensamentos, das ideias, das crenças de uma aparentemente mente intangível. Assim o nome Neurociência Cognitiva ocupa seu lugar na comunidade científica, o termo representa a união dos esforços da psicologia e da neurociência

¹⁰ “[...] o estudo das bases biológicas da mente.” (tradução nossa).

na investigação da conexão mente e cérebro. Para dar maior visão a perspectiva do autor citamos do original:

Neuroscience was in need of the theories of the psychology of the mind, and psychology was ready for a greater understanding of the working of the brain. The resulting marriage is cognitive neuroscience¹¹ (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, p. 20).

De acordo com Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) a neurociência cognitiva é atualmente uma área de pesquisas interdisciplinares, sendo essa a identidade desse campo que reúne pesquisadores dedicados a compreender as bases neurais da cognição. Sendo este aspecto da interdisciplinaridade indispensável para os avanços nas pesquisas, os cientistas têm acertadamente integrado paradigmas entre campos e metodologias, na voz do autor “[...] so, welcome to cognitive neuroscience! It doesn’t matter what your background is; there’s a place for you here¹²” (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, p. 20).

Conforme o mesmo autor desde sua origem o exercício dos investigadores é a construção de um equilíbrio entre as evidências neurocientífica sobre o cérebro oferecidas pelo campo de pesquisa e que informam as teorias psicológicas e filosóficas sobre a mente, estruturando um espaço interdisciplinar de investigação. Esforços são feitos no sentido de gerar estudos que forneçam chaves de compreensão sobre a arquitetura da cognição humana (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

Também sustenta que diferente de focar em achados puramente neurofisiológicos, o que se pretende é a *convergência de evidências* importantes para o estudo das funções mentais. Para tanto os neurocientistas cognitivos examinam a integração mente-cérebro através do uso de diferentes técnicas de imagem, também de registros eletroencefálicos, estimulação elétrica de áreas cerebrais e os estudos das consequências em casos de lesões cerebrais, frequentemente de forma complementar. Como consequência existe um crescente conhecimento da biologia do cérebro e seu correlato comportamental (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, grifo nosso).

¹¹ “A neurociência necessitava das teorias da psicologia da mente, e esta estava apta para ampliar o entendimento sobre o funcionamento do cérebro. O resultado dessa combinação é a neurociência cognitiva.” (tradução nossa).

¹² “[...] então bem-vindo (a) à neurociência cognitiva! Não importa qual é sua área conhecimento prévio, existe nela um lugar para você.” (tradução nossa).

Fazemos uso da afirmação do autor de que a despeito do imenso progresso da neurociência o cérebro permanece um grande mistério no qual cada descoberta desencadeia novas questões. Ainda acrescentamos nossa concordância com este quando afirma não se utilizar de um estilo declarativo nos seus escritos, e sim sua escolha por apresentar resultados que podem ser interpretados de mais de uma maneira (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

3.2.2 A contribuição da neurociência cognitiva para o entendimento de como o cérebro participa do sistema cognitivo

Especialmente em Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) verificamos uma série de aspectos de correlação entre o funcionamento cerebral com a investigação sobre a cognição. Selecionamos alguns neste nosso trabalho lembrando que nossa proposta tem relação com as investigações na ciência cognitiva desde suas origens até a fase da cognição corporificada e distribuída. Para nós estes achados estão em consonância com as abordagens corporificadas, especialmente na relação de interdependência entre cérebro-corpo-ambiente-mente (sistema cognitivo). Na sequência apresentamos no Quadro 2 os aspectos por nós selecionados.

Quadro 2 - Interação ente cérebro e mente

Cérebro	Cognição
Os cérebros são constituídos por células vivas, não por elementos inertes, ao longo do processo de evolução natural. Isso precisa ser considerado nas investigações da arquitetura e das funções cerebrais.	Os achados correlacionando a biologia do cérebro com o comportamento indicam que a cognição não é independente das atividades físicas do cérebro.
Sinapses são definidas e, também, são eliminadas e isso acontece em relação ao ambiente no qual o indivíduo é exposto e quais experiências tem.	Saber se a cognição emerge da atividade do cérebro como um todo organizado ou por partes especializadas que operam independentemente é uma das questões atuais.

<p>A neurogênese se mantém na vida adulta em regiões cerebrais associadas ao aprendizado e à memória. Achados estes que são particularmente interessantes correlacionando positivamente o número de novos neurônios com o aprendizado e com as experiências ditas enriquecidas que incluem maior contato social e desafios no ambiente físico. Temos assim que novos neurônios são produzidos no cérebro de humanos adultos, o que indica que os cérebros se renovam ao longo da vida do indivíduo em uma extensão que até recentemente não era considerada.</p>	<p>O conhecimento das partes, i.e., dos neurônios e das estruturas cerebrais, necessita ser compreendida em conjunção com o todo. O que as partes realizam ao estarem atuando em conjunto tem relação com os processos cognitivos.</p>
<p>Observações feitas na prática clínica são consideradas para formar hipóteses sobre as funções cerebrais.</p>	<p>Lesões em áreas localizadas do cérebro causam alterações específicas do comportamento.</p>
<p>Diferentes citoarquitecturas de diferentes áreas cerebrais expressam regiões funcionalmente diferentes.</p>	<p>Diferentes regiões do cérebro contribuem para um determinado comportamento.</p>
<p>Cérebros humanos apresentam uma arquitetura chamada de pequenos mundos, que é uma estrutura organizacional característica dos sistemas complexos. É a combinação de conexões locais curtas e rápidas com poucas conexões de longa distância que comunicam os resultados do processamento local. Isto garante eficiência local e comunicação rápida com a rede global.</p>	<p>Mesmo que áreas neuronais específicas tem funções independentes, a rede destas localizações e as interações entre elas é que garantem o comportamento organizado e coeso do ser humano.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019).

Com o descrito até aqui indicamos nossa visão neurocientífica de um sistema biológico e cognitivo complexo e conectado com o entorno ambiental. Neste vemos

os estímulos intracorporais e ambientais mediados pelos sistemas sensoriais do corpo humano atingirem às áreas corticais primárias onde são realizadas eferências que chegam a outras áreas cerebrais e desta dinâmica nascem as percepções e os comportamentos visíveis. Assim emergem as capacidades cognitivas desde a percepção, o planejamento, a memória, as ações motoras em um ciclo constante de aferências e eferências conscientes e inconscientes que constituem a presença humana no ambiente. Entendemos que interdependência, interação, sensação, representação enquanto espaço de ativação neural que está por algo, percepção, ação, cognição, são fenômenos associados em um sistema complexo e dinâmico que abrange todo organismo humano e não apenas o cérebro (GABRIEL, 2018).

Sensação, percepção, ação são conexões do sujeito ao ambiente e, também, conexão com o sentido e interpretação do que é experimentado, através da cognição. Assim, na visão neurocientífica a cognição é corporal, biológica, situada, histórica, em ação e interação. Também é distribuída porque consome as aferências sensoriais ambientais que integram as conexões neurais corticais (CLARK, 2007b).

Interpretamos as informações trazidas nesse capítulo como convergentes com a pesquisa contemporânea da ciência cognitiva corporificada. Com destaque para a profunda e indispensável interação dos aspectos corporais do agente com a circuitaria neuronal e para o fato de que a cognição humana não pode ser entendida se os estudos se focarem nas ativações neurais isoladas da experiência ativa e dinâmica da estrutura corporal do agente cognitivo. Desta maneira a cognição é um processo de interdependência entre o organismo e sua estrutura neurológica e corporal com a dinâmica dos elementos ambientais sociais e culturais no qual as ações voluntárias visando objetivos de melhor organização da própria vida constituem a experiência do agente conhecedor (THOMPSON; COSMELLI, 2011).

O que nos permite assumir a cognição humana como corporal, instalada, em ação e em uso transparente dos recursos ambientais. Não se resumindo exclusivamente às ativações neurais, mas como um fenômeno que integra todo o organismo e sua existência ativa e participativa no ambiente. Propomos que a partir da biologia, não apenas da neurobiologia, podemos abordar o organismo como um todo, o que torna válido questionar a visão clássica que caracteriza o cognitivismo e o próprio conexionismo quando ambos centram sua explicação sobre a cognição humana nos processos neurais no cérebro. Isso porque com a perspectiva de organismo integral, ou agente cognoscente, a ideia que passa a ser central é a de

que conhecer é estar em uma relação interativa com o ambiente, não restrita a estar em um estado interno que acontece causado pelo ambiente externo. Mudamos de uma perspectiva de input-processamento interno-output, para uma abordagem de interação causal na qual vários processos são complementares e constitutivos da cognição. Sem que se possa especificar os mecanismos da cognição apenas em termos do que acontece dentro do cérebro, excluindo o corpo e seu acoplamento dinâmico sensório-motor com o ambiente (THOMPSON; COSMELLI, 2011).

Endentemos que a interdisciplinaridade da ciência cognitiva, que inclui a neurociência, nos propicia pensar em um agente cognitivo e sua interação com o ambiente e não apenas em termos de cérebro cognitivo. Somos guiados pelas leituras e reflexões feitas a questionar se a cognição é um processo do cérebro ou do agente? E nisso identificamos uma armadilha do cerebralismo que pode levar a restringirmos nossa visão em demasia e não reestabelecer as necessárias relações que compõe o fenômeno cognitivo humano (GABRIEL, 2018; THOMPSON; COSMELLI, 2011). Desta forma nos ocupamos também desta possibilidade de revisar a própria noção de cognição e questionar a perspectiva herdada do cognitivismo e do connexionismo de que seja referente apenas ao estudo das ativações neurais cerebrais, posto que o cérebro engloba outros importantes elementos além de neurônios e de conexões sinápticas. As células gliais, a rede vascular que nutre o metabolismo celular com oxigênio, as células imunológicas e os elementos não neurais, e, sim, químicos, que conformam a estrutura cerebral e garantem sua viabilidade funcional. É insuficiente considerar que apenas a circuitaria neural equivale a experiência subjetiva de perceber a si mesmo e ao mundo a sua volta que caracteriza o processo cognitivo humano, mesmo que os processos cerebrais sejam indubitavelmente necessários e fundamentais para a cognição, o são sempre em relação com as demais estruturas corporais do agente situado e interagindo ativamente com o entorno (CLARK, 2001b; CLARK; CHALMERS, 1998; THOMPSON; COSMELLI, 2011).

3.2.3 A pesquisa sobre a cognição na neurociência

Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019), abordam que a principal ferramenta do trabalho do cientista é o método que usa para definir o experimento e sobre esse construir as inferências possíveis pela análise dos resultados encontrados. A partir

da observação de um determinado fenômeno o cientista concebe uma hipótese explicativa, a usa para gerar previsões e elabora novos experimentos que testam tais previsões num ciclo que se repete continuamente. Os resultados dos experimentos podem refutar uma hipótese porque fornecem evidências para que uma ideia corrente seja modificada e ao mesmo tempo não provam que a hipótese seja verdadeira, porque podem apenas fornecer evidências de que pode ser verdadeira. Vemos a ciência como um trabalho dedicado a construir explicações sobre o que acontece na natureza, que em nosso caso inclui a investigação sobre a cognição humana. Entendemos essa abordagem como afastada do fundamentalismo na pesquisa que a nosso ver dificulta o processo científico (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

Uma vez que existem diferentes contextos e diferentes compromissos teóricos e metodológicos nos diferentes programas de pesquisa sobre o processo cognitivo humano e a neurociência, como exemplo, a psicologia cognitiva enquanto estudo da atividade mental à aborda como uma questão de processamento de informações e o objetivo do pesquisador é identificar o processo interno de aquisição, armazenamento e uso da informação que sustenta o comportamento observável. Nessa área, uma compreensão estruturante, é a de que os sujeitos humanos não percebem ou agem diretamente no mundo, sendo as suas percepções, pensamentos e ações dependentes de computações (ou transformações) internas das informações obtidas pelos órgãos sensoriais. Desta forma “[...] put more simply, we input information into the brain, something secret happens to it, and out comes our behavior¹³” (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, p. 74). Agir, nessa perspectiva, requer que as representações perceptivas sejam transformadas em representações de ação para a conquista de um objetivo e então “[...] cognitive psychology is all about how we manipulate representations¹⁴” (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, p. 76).

Outro conceito amplamente usado nas investigações filosóficas e científicas modernas sobre a cognição é o de computação. Em Nicoletis (2020) encontramos a designação de ‘computador orgânico’ que a partir da ativação de bilhões de células nervosas interconectadas e com circuitos adaptáveis (plasticidade) às situações

¹³ “[...] de modo simplificado, nos inserimos informação dentro do cérebro, algo secreto ocorre lá, e o que segue é nosso comportamento.” (tradução nossa).

¹⁴ “[...] toda a psicologia cognitiva é sobre como manipulamos as representações.” (tradução nossa).

internas e externas informadas ao cérebro pelos sistemas sensoriais gera o substrato da criatividade, da inteligência, e das demais capacidades cognitivas humanas (NICOLELIS, 2020, p. 19). Tanto no exemplo da psicologia cognitiva quanto na abordagem do neurocientista descrita, notamos que a noção de que o mecanismo que ocorre no cérebro é parte importante do sistema cognitivo. As pesquisas em neurociência cognitiva se dedicam a investigar esses mecanismos e sua correlação com o comportamento visível do agente conhecedor.

3.2.3.1 Métodos da neurociência cognitiva

Mantendo a ideia deste capítulo de abordar o sistema cerebral como um sistema naturalmente complexo, fazemos considerações sobre alguns métodos úteis à pesquisa da neurociência sobre cognição. Começamos com Mark D'Esposito (*in* REUTER-LORENZ *et al.*, 2010) para quem a essência da pesquisa na neurociência cognitiva é a investigação das bases biológicas da mente e a relação entre o cérebro e o comportamento humano. O mesmo autor diz que em sua visão as raízes modernas dessa pesquisa são as descobertas de Paul Broca em 1861 por meio do método de correlacionar lesões cerebrais (human lesion method) com o déficit cognitivo consequente. Depois surgem muitos outros métodos que permitem examinar os mecanismos neurais subjacentes aos processos cognitivos com precisão, dentre eles, as técnicas de imagem cerebral. Para este autor, outro aspecto importante na evolução das pesquisas é a *associação com outras disciplinas* como a ciência da computação e a matemática e o *aumento das conversas e trocas entre os diferentes pesquisadores* que se dedicam a estudar o mesmo fenômeno com diferentes perspectivas. Desta forma os diferentes neurocientistas cognitivos através de suas discussões estimulam novas ideias e colaborações, conforme D'Esposito “[...] in my opinion, cognitive neuroscience will grow stronger as the number of such conversations grows¹⁵” (*in* REUTER-LORENZ *et al.*, 2010, p. 205, grifo nosso). Aqui vemos que a noção de pluralismo explanatório é uma metodologia de trabalho na investigação neurocientífica e que se alinha com o que propomos em relação com a ciência cognitiva no capítulo anterior desta tese.

¹⁵ “[...] em minha opinião, a neurociência cognitiva se trinará um campo mais forte conforme aumente o número desses diálogos.” (tradução nossa).

D'Esposito (*in* REUTER-LORENZ *et al.*, 2010) também observa que na pesquisa em neurociência cognitiva método algum é perfeito e deva ser aplicado de forma isolada. Para exemplificar este ponto de vista o autor argumenta que os estudos que usam as imagens de cérebros íntegros diferem dos estudos feitos sobre a correlação entre lesões cerebrais e o comportamento e, assim, cada um oferece uma explicação. O primeiro, com foco no estudo da função, é típico para métodos usando imagens com o objetivo de testar se uma função cognitiva específica é sustentada por uma região cerebral específica. Já o segundo usa métodos baseado em lesões cerebrais para testar se uma região cerebral específica é necessária para uma determinada função cognitiva. Com isso, esses diferentes métodos devem ser usados como complementares nas investigações sobre cérebro e cognição (REUTER-LORENZ *et al.*, 2010).

Um método crucial na neurociência cognitiva é testar pessoas que tiveram lesão cerebral, uma vez que reconhecimento de que o cérebro é importante na emergência da cognição vem através da observação de mudanças consequentes desse tipo de acometimento. Os estudos baseados na análise das áreas com lesão forneceram muitas inferências válidas para a compreensão da relação entre cérebro e comportamento. Com o surgimento dos métodos de neuroimagem como a tomografia computadorizada e a imagem por ressonância magnética é possível a localização das lesões em pessoas vivas e sua associação com as observações do comportamento através dos experimentos que a psicologia cognitiva oferece. Assim se mapeiam resultados que contribuem muito para a compreensão da relação da função cerebral com o comportamento visível do sujeito estudado (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

A Funcional Magnetic Resonance Imaging¹⁶ (fMRI) é atualmente o principal métodos para visualizar todo cérebro pois oferece muita qualidade por ter boa resolução temporal e espacial da estrutura e função cerebral. Através de um método experimental específico e sob condições controladas os investigadores podem fazer inferências sobre a associação de sistemas cerebrais específicos com determinados processos cognitivos. Embora, apenas essa correspondência observada não prova que a atividade neuronal verificada diz respeito ao processo cognitivo isolado, uma

¹⁶ Exame de ressonância magnética funcional. É uma técnica não invasiva para medir e correlacionar as atividades cerebrais em condições de integridade ou lesão deste órgão. Especificamente as mudanças no fluxo sanguíneo cerebral durante as atividades.

vez que não se tem controle total dos processos cognitivos vividos pelos sujeitos em estudo e, por isso é necessário não cair em simplificações exageradas que nascem de não se levar em consideração que as regiões cerebrais não trabalham de forma isolada e sim são parte de uma rede imensa complexa e interconectada (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; REUTER-LORENZ *et al.*, 2010).

Outro exemplo de método amplamente usado na pesquisa é a eletroencefalografia (EEG) que também é um método não invasivo capaz de medir a atividade elétrica de populações neurais do córtex cerebral. Muitos anos de trabalho com esse recurso tornaram compreensiva a relação dos sinais registrados com diferentes comportamentos (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

Entretanto, mesmo com os avanços metodológicos continuou sendo desafiador para o neurocientista cognitivo determinar se os problemas observados no comportamento resultaram do dano de um processamento mental específico ou foi secundário a um distúrbio mais geral (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019). Essa consideração nos permite frisar nosso ponto que em decorrência da imensa complexidade do sistema cerebral e a emergência da cognição, o pesquisador lida com muitas possibilidades, o que torna a investigação desafiadora e exigente em termos de associações e hipóteses. Por isso, a pertinência da consideração “[...] when considering these methods for recording neural activity keep in mind that they are essentially correlational, in order to make causal inferences, we combine them with other methods¹⁷” (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019, p. 104).

Com os avanços nas pesquisas fica evidente que são necessárias diferentes metodologias e ferramentas explicativas que permitam analisar os resultados das observações experimentais e compreender a arquitetura das conexões neurais. A prática de construção destas redes neurais, i.e., um conjunto de várias unidades interconectadas, cada uma delas com a estrutura muito simplificada de um neurônio artificial, colabora imensamente neste sentido uma vez que são usadas para simular o que acontece no sistema nervoso e testar teorias sobre o funcionamento de cérebro. Dessa forma a ciência computacional, principalmente os modelos computacionais baseados nas redes neurais que simulam processos cerebrais é uma ferramenta muito válida nesse campo de pesquisa que complementando os

¹⁷ “[...] ao considerar os métodos de mensuração da atividade neural, mantenha em mente de que eles são essencialmente correlacionados, para que se possam elaborar inferências causais através da combinação dos achados experimentais” (tradução nossa).

demais métodos, possibilita a construção de teorias. Uma simulação é a reprodução de um comportamento em um meio alternativo, o processo cognitivo simulado é comumente denominado de inteligência artificial (IA), que é um artefato criado pelo ser humano e que executa uma função complexa (CRICK, 1994; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019).

O neurocientista necessita de teorias e, ao entender o funcionamento de um neurônio pode propor a performance dos neurônios em interação, embora nada tão simples assim é uma realidade, mesmo o funcionamento de um único neurônio está longe de ser simples, estas células se conectam de maneiras complexas. Nesse sentido, um paralelo entre o funcionamento de um computador que manipula símbolos, se assumido de forma extrema, pode levar a teorias não realistas. Para evitar um risco assim, as diferenças entre o sistema biológico cerebral e a rede neural artificial necessitam ser preservadas. Os neurônios são muito variáveis nas respostas as aferências, pois são sujeitos a sinais que podem modular, e suas propriedades podem mudar enquanto suas computações estão acontecendo, um neurônio típico pode receber de regiões variadas quantidades pequenas ou impressionantes de aferências e projetar sinais em múltiplas direções. Nesse sentido embora o computador seja altamente confiável por ser mais determinístico e regular, não reproduz a complexidade do sistema dinâmico natural (CRICK, 1994).

Enquanto o computador foi propositalmente projetado por engenheiros, e resolve muito bem certos tipos de problemas que nem mesmo as pessoas podem fazer tão bem ou rápido, cálculos e jogos como xadrez por exemplo, o cérebro biológico evoluiu através de muitas gerações tensionado pela seleção natural e muitas das ações corriqueiras que a maioria das pessoas realizam sem esforço, por exemplo ver um objeto e compreender seu significado os computadores falham. Mesmo com a evolução dos sistemas computacionais e da IA, é difícil que tais sistemas sejam equivalentes aos cérebros biológicos em todos os níveis. Por outro lado, essas redes neurais artificiais colaboram para o entendimento do funcionamento cerebral, especialmente quando propriedades novas emergem de sistemas simples, que nos deixa inferir que poderiam emergir em sistemas mais complexos clareando nossas ideias sobre as atividades dos circuitos neurais biológicos (CRICK, 1994).

Continuando com as considerações que apontam que a construção artificial não revela a cérebro biológico temos que os neurônios de sistemas nervosos

biológicos experimentam erros e mudanças durante o tempo, processo esse que é inerente a evolução que é possível justamente sobre essas mudanças. Algo que é evitado no projeto computacional. Mas por outro lado, no passado muitos aspectos do cérebro eram incompreensíveis, e por conta desses novos conceitos das redes neurais podemos vislumbrar como possível, no futuro, modelar ao cérebro de uma maneira biologicamente realista e não mais em modelos que capturam apenas parcialmente alguns aspectos do funcionamento cerebral (CRICK, 1994). Desta forma, mesmo que não possamos restringir as investigações sobre a cognição às simulações computacionais estas, juntamente com os avanços das tecnologias não invasivas de observação das atividades neurais e a construção de métodos de medição de parâmetros cerebrais como impulsos elétrico, fluxo sanguíneo, necessidade de oxigênio e glicose garantiram as ferramentas e técnicas não invasivas para os neurocientistas investigarem como o cérebro participa do sistema cognitivo (BRODAL, 1998; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2019; MILDNER, 2008).

Encontramos na *Scientific American Mind*, 2007, referências importantes à Kandel (1929) Nobel Prize in Physiology em 2000¹⁸, porque seu trabalho de pesquisa revela que os seres humanos aprendem não através de uma alteração nos neurônios e sim pela formação de novas sinapses e conexões entre eles. Isso indica que os cérebros humanos estão em constante modificação em resposta as experiências no mundo. Tais descobertas dão suporte a visão sobre o cérebro enquanto um órgão intensamente plástico caracterizado pelas interconexões entre neurônios e entre regiões cerebrais. Seu trabalho na pesquisa científica sobre o cérebro teve início devido a seu anseio de encontrar explicações físicas testáveis relacionadas ao comportamento humano, para ele “[...] of course, the mind is a product of the brain, how could it not be?¹⁹” (DOBBS, 2007, p. 34). Ideia essa que fundamenta seu desejo de que a psicoterapia possa se beneficiar dos dados da biologia, dito de outra maneira, considerar os circuitos neurais subjacentes ao comportamento aparente. Suas pesquisas envolvem identificar e monitorar as vias sinápticas, e as variações dinâmicas envolvidas, como os diferentes

¹⁸ Arvid Carlsson, Paul Greengard e Eric Kandel, ganhadores do Prêmio Nobel de Medicina de 2000 por seus trabalhos sobre a transmissão do sinal no sistema nervoso. Os três cientistas fizeram descobertas essenciais sobre um modo importante de transmissão do sinal entre as diferentes células nervosas, a transmissão sináptica lenta, que foi determinante para a compreensão das funções normais do cérebro e das condições das perturbações na transmissão do sinal as quais podem induzir enfermidades neurológicas ou físicas.

¹⁹ “[...] claro que a mente é um produto do cérebro, como poderia não ser?” (tradução nossa).

neurotransmissores participam nesses circuitos e o comportamento dos genes diante das variações do ambiente, nesse último aspecto “[...] genes are not simply the determinants of behavior, they are also servants of the environment²⁰” (DOBBS, 2007, p. 35).

Esses achados nos permitem compreender que, em termos microscópicos, as relações neuronais são dinâmicas e respondem ao que acontece no ambiente. Esta compreensão muda a visão da mente, de uma perspectiva de uma máquina pré-programada, para a de redes neurais flexíveis que podem ser modificadas e adaptadas ao que o meio oferece como experiências e desafios. Abordagem essa que surge a partir das pesquisas sobre os fundamentos celulares e moleculares que suportam as funções cerebrais, como o pensamento e a memória (DOBBS, 2007).

A estratégia geral da neurociência cognitiva, através de estudos experimentais que demonstrem como as células nervosas funcionam e como interagem, é ver o que acontece no cérebro quando percebemos algo no mundo. Desse modo, se é capaz de entender, mesmo que de forma geral, como o sistema nervoso é organizado e como é o seu funcionamento correlacionado com os comportamentos cognitivos da atenção, da percepção, da memória, da tomada de decisões, do planejamento, do pensamento (CRICK, 1994).

Vemos relação favorável entre o que pensamos a respeito das investigações científicas da mente e o argumento de Kandel (2020), aplicado a posição da psicanálise, sobre a necessidade de se comprometer de forma construtiva com a biologia da mente. Uma vez que os achados biológicos podem servir de estímulo a pesquisa a fim de testar ideias específicas sobre como os processos cerebrais medeiam os processos mentais e os comportamentos, para nós, este conceito ganha relevância pois entendemos que os aspectos biológicos possibilitam a emergência dos processos mentais sem que estes sejam reduzidos à biologia. Do nosso ponto afirmamos que hoje a neurociência cognitiva é um potente aliado nas investigações sobre a mente, sem que seja necessário reduzir a mente ao processo biológico. O que sim, sabemos, é que alterações físicas detectáveis no cérebro se relacionam com alterações no comportamento, isso é uma evidência científica importante e muito útil e que antecipa as ideias de uma mente que é corporificada,

²⁰ “[...] genes não são apenas determinantes do comportamento, são também servidores do ambiente” (tradução nossa).

embora o como isso acontece ainda seja um estimulante motivo para mais pesquisas e discussões (KANDEL, 2020).

O mesmo autor nos fala sobre a nova biologia da mente que resulta da fusão da psicologia cognitiva moderna com a neurociência. O destaque que queremos dar é para a conjunção entre psicologia cognitiva e neurociência que possibilita olharmos para o conceito mente numa abordagem de cognição viva, não artificial, não projetada em um algoritmo complexo e pensado para acertar, mas a cognição do dia a dia, das incertezas, dos erros, da necessidade de encontrar novas e inusitadas interpretações e ações perante os desafios naturais de sermos pessoas humanas no mundo. Que as pesquisas possam então incluir a realidade de um mundo que é instável e complexo e que desafia nossas capacidades cognitivas como atenção, memória, pensamento, ação, percepção a cada instante (KANDEL, 2020; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

3.2.3.2 A neurociência computacional

Como descrito no capítulo anterior deste trabalho, as principais críticas à tradição cognitivista, se referem ao conceito de informação representacional. Entretanto as aferências e as computações do sistema cerebral podem ser interpretadas como não semânticas e sim estruturais e se relacionam com os diferentes estímulos e suas variações captados pelos sistemas sensoriais. Assim é que para Miłkowski (2018) não existe uma teoria computacional da mente e sim uma tradição de pesquisa em evolução que usa a computação para modelar o sistema nervoso biológico, com validade empírica, e gerar diferentes teorias sobre seu funcionamento capazes de fornecer explicações sobre o fenômeno cognitivo. *Com foco nos mecanismos neurais*, e não em questões semânticas, oferece achados descritivos úteis para a neurociência computacional (MIŁKOWSKI, 2018, grifo nosso).

Para Miłkowski (2018) desde o surgimento da noção de representação são diferentes as interpretações de o que estas sejam e o uso da noção de representação estrutural, que não usa os objetos pictoriamente, é possivelmente mais viável, embora muitos cognitivistas conservem a noção ambígua de símbolo e não usem a proposta da representação estrutural. De maneira geral a noção de representação no cognitivismo é um processo causalmente responsável pelo

comportamento e atualmente é uma alternativa de explicação de como o conteúdo dos pensamentos pode causar as ações e de como os sistemas cognitivos se adaptam às mudanças ambientais sendo capazes de aprender e prever (MIŁKOWSKI, 2018).

Com isto queremos dizer que os programas de pesquisa mudam durante o transcorrer do tempo e no presente se tornou necessário revisar as noções clássicas de representação simbólica do cognitivismo aplicadas a investigação sobre o sistema nervoso e a cognição. Uma alternativa contemporânea é a abordagem mecanicista e estrutural que propõe que a computação é necessária para a cognição porque essa não acontece sem o processamento da aferências sensoriais e afirma que computação e representação simbólica não necessitam ser consideradas como intrinsecamente conectadas uma à outra. Esta abordagem requer que se considere a transformação de informação aferente em eferente, semelhante ao que acontece em muitas operações do sistema nervoso, conforme a hipótese dos sinais elétricos e químicos como a linguagem do sistema nervoso, especialmente o cerebral. Desta forma, nesta abordagem, as posições anticomputacionalistas e antirrepresentacionistas da cognição relacionadas ao processamento e transformação de símbolos com conteúdo semântico não são necessárias (MIŁKOWSKI, 2018; VILLALOBOS; DEWHURST, 2017).

A neurociência computacional demonstra que a principal analogia entre o computador e o cérebro decorre do uso nas metodologias de pesquisa que conectam as evidências neurais com modelagens computacionais. Embora exista uma imensa variedade de possibilidades teóricas na interpretação dos achados, o que a torna um campo de pesquisa sem uma unificação teórica. De outra visada, qualquer campo científico vivo, em evolução, inclui quantidades significativas de controvérsias sem que isso seja fator de empobrecimento (MIŁKOWSKI, 2018), fato este que alimenta a nossa compreensão de ciência cognitiva como campo de pesquisa em evolução e complementariedade de abordagens.

3.3 A NEUROCIÊNCIA E A COGNIÇÃO

Piccinni (2001), ao se referir à relação entre a filosofia, a neurociência e a cognição, diz:

[...] cognitive neuroscience embodies a particular stance on the mind-body problem. He recalls that many functionalist philosophers have argued that neuroscience is irrelevant to explaining cognitive phenomena, because neuroscience deals only with structure does not function. Bechtel replies that this misinterprets the neurosciences. In his opinion, cognitive neuroscience emphasizes both function and structure²¹ (PICCINNI, 2001, p. 585).

Existe propriedade no argumento sobre a inextricável dinâmica entre estrutura do sistema e a sua função, visto que a neurociência permite a importante ligação entre cognição e sistema biológico, em organismos biológicos que são sistemas que integram estrutura e função necessariamente (CLARK, 1986,1997a, VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

²¹ “[...] a neurociência cognitiva se ocupa de uma instância do problema mente-corpo. Lembrando que muitos filósofos funcionalistas argumentam que a neurociência é irrelevante para explicar o fenômeno cognitivo porque ela lida apenas com estrutura, não com função. Bechtel afirma que isso é um erro de interpretação porque em sua opinião a neurociência enfatiza tanto a estrutura quanto a função e desta forma integra elementos da teoria da identidade e do funcionalismo” (tradução nossa).

4 COMPONENTES TEÓRICOS DO PROJETO FILOSÓFICO INTEGRADOR DE ANDY CLARK

Enquanto investigadores da natureza, baseando-nos na neurociência, na ciência cognitiva e na filosofia da cognição, buscamos saber como o cérebro funciona e como esse funcionamento participa no comportamento motor e psicológico humano. Nesse sentido, concordamos com Prinz (2019), quando escreve que:

Science can change manifest reality. It can alienate us from ourselves and then offer a new vision, [...] This is the place at which the boundary between science and philosophy evaporates [...]. The value of grand theories is not in the truths they reveal but, in the selves, they construct¹ (PRINZ, 2019, p. 236).

Vemos nas obras de Andy Clark, e de alguns de seus comentadores, suporte para essa visão dentro da ciência cognitiva. Escolhemos iniciar a apresentação do seu projeto filosófico citando Jesse Prinz (2019), em um texto no qual analisa o trabalho de Clark e afirma que:

Andy Clark is one of the most visionary people working in philosophy today [...] he has laid out grand theories that invite his readers to see the human mind in new ways [...] is always at the cutting edge [...] transforming the latest trends in cognitive science into carefully articulated philosophical theories² (PRINZ, 2019, p. 222).

Também Daniel Dennett (2019), nos diz que:

Andy Clark sets a fine example, followed by his critics, of really trying to *educate the best insights from the opposition*, and both the essays and Andy's gracious response to them *provide models of philosophical behavior* that should inspire and instruct all who enter these arenas³ (DENNETT, 2019, p. x, grifo nosso).

¹ “A ciência pode mudar a realidade aparente. Ela pode afastar cada um de si mesmo e assim oferecer uma nova visão, [...] este é o lugar no qual as fronteiras entre ciência e filosofia se desfazem [...]. O valor das grandes teorias não está nas verdades que estas revelam, mas nos eus que constroem” (tradução nossa).

² “Andy Clark é uma das pessoas mais visionárias trabalhando em filosofia hoje em dia [...] que tem apresentado importantes teorias que convidam seus leitores a verem a mente humana de novas maneiras [...] que está sempre na vanguarda [...] transformando as recentes correntes da ciência cognitiva em teorias filosóficas cuidadosamente articuladas” (tradução nossa).

³ “Andy Clark dá um bom exemplo, respeitado pelos seus críticos, de genuinamente *eduzir os melhores conhecimentos das oposições*, e tanto os ensaios quanto as elegantes respostas a eles fornecem modelos de atitude filosófica que podem inspirar aos que ingressam nessa arena” (tradução nossa).

Clark utiliza um pensamento pluralístico na construção de sua abordagem filosófica ao demonstrar que diferentes modelos sobre a cognição apontam diferentes possibilidades de compreensão e podem ser usados de modo complementar. As oposições teóricas na ciência cognitiva, na filosofia da mente e na filosofia da ciência cognitiva promovem o movimento e o dinamismo desses campos impedindo uma estagnação dogmática, ou uma hegemonia excludente (COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019; STEIN, 2014, 2017, 2020, 2021; VARELA, 1994).

Entendemos que aqueles que se dedicam à pesquisa não o fazem sozinhos, por razões de afinidades e identificações mútuas, não apenas dos aspectos racionais, mas também das próprias intuições e formas relacionais, constituem comunidades que desenvolvem modelos teóricos e metodológicos e assim colaboram com o crescimento das áreas de investigação e estas, por fim, constituem alicerces para a organização da própria sociedade na qual participam (BACHELARD, 1996; CAPRA; LUISI, 2014; HEISENBERG, 1987; KUHN, 2017; NOUVEL, 2001; PESSIS-PASTERNAK, 1992). Andy Clark se posicionou no campo da filosofia da ciência cognitiva por meio de uma reconhecida forma pluralística de lidar com as várias abordagens que existem. Essas abordagens procuram, há décadas, decifrar como acontece o processo de conhecer a realidade e agir adequadamente ao qual chamamos de cognição humana (KARMILOFF-SMITH; CLARK, 1993).

Sobre o modo de trabalhar de Clark, Prinz nos diz que “Clark avoids extreme radicalism” (PRINZ, 2019, p. 225) e, ao analisar a diversidade dos temas dos livros publicados em um intervalo de 26 anos deste filósofo da cognição, também nos dá a interpretação sobre o trabalho de Clark como a expressão de uma *ambição integrativa* de abordagens teóricas que são presumidamente competitivas (PRINZ, 2019, p. 230, grifo nosso). Assim, apoiados nesta abordagem, passamos a nos referir ao trabalho de Clark como um projeto filosófico integrador na investigação da cognição humana.

Consideramos importante a análise dos livros de Andy Clark apresentada por Prinz, que expomos no Quadro 3. Isso fazemos para facilitar a compreensão da abordagem do pensador da cognição humana, oferecendo uma visão sobre o percurso deste importante pesquisador da ciência cognitiva contemporânea.

Quadro 3 – livros publicados por Andy Clark no intervalo de 26 anos

Ano publicação	Título	Principal contribuição
Primeiro livro, 1989	<i>Microcognition: Philosophy, Cognitive Science, and Parallel Distributed Processing</i>	Defesa do conexionismo como alternativa ao computacionalismo.
1993	<i>Associative Engines: Connectionism, Concepts, and Representational Change</i>	Uma mudança fundamental de uma concepção estática orientada por códigos para uma visão mais fluida baseada em habilidades.
1997	<i>Being There: Putting Brain, Body, and World Together Again</i>	A mente é corporificada e situada.
2001	<i>Mindware: an introduction to the philosophy of cognitive science.</i>	O compromisso com a complexidade da organização neural e a especificidade da cognição biológica.
2003	<i>Natural- Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence</i>	Biologia e tecnologia estão inextricavelmente ligadas. Borra os limites entre mente e artefatos exteriores. Cérebros são plásticos e mentes são híbridas.
2008	<i>Supersizing the Mind</i>	Fala das conexões exteriores da mente. Borra os limites entre mente e artefatos exteriores.
2015	<i>Surfing Uncertainty: Prediction, Action, and the Embodied Mind.</i>	Defende o modelo de processamento preditivo para a mente. Mantém sua posição dentro da teoria da cognição corporificada e situada.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Colombo, Irvine e Stapleton (2019).

Acrescentamos que esta abordagem feita por Prinz foi bem aceita pelo próprio Andy Clark que a complementa da maneira que expomos no Quadro 4.

Quadro 4 – Resposta de Andy Clark à Prinz

Épocas	Obras	Pensamento
---------------	--------------	-------------------

Eearly work – back in 1989.	<i>Microcognition</i>	“I was defending a deeply connectionist picture of core biological processing ⁴ ” (CLARK, 2019, p. 293).
by 1997	<i>With Being There and work on the extended mind</i>	“I was looking hard at how richly structured and (especially) richly self- structured environments enable us to press ever grander results from that associative, pattern- obsessed core ⁵ ” (CLARK, 2019, p. 293)
2003	<i>Natural- Born Cyborgs and Supersizing the Mind</i>	“I offered a picture of human nature blurring of boundaries between mind, body, and world ⁶ ” (CLARK, 2019, p. 293)
2015	<i>Surfing Uncertainty</i>	“[...] contributed with its picture of our biological brains as (embodied, situated) multi- level prediction engines ⁷ ” (CLARK, 2019, p. 293)

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Colombo, Irvine e Stapleton (2019).

Concebemos que todo autor, pensador, filósofo ou cientista estrutura as suas interpretações e visões do fenômeno que estuda a partir de uma matéria prima de concepções, ideias, interpretações daqueles que o precederam e de outros que lhe são contemporâneos. Aplicamos essa perspectiva na nossa investigação do trabalho de Andy Clark e nesse capítulo, focamos em algumas das muitas influências de outros pensadores, de diferentes áreas de conhecimento, são incluídas por ele na estrutura da sua própria investigação sobre a cognição humana.

Sendo assim, dedicamo-nos a conhecer parte dos elementos estruturantes do projeto integrador do filósofo e cientista cognitivo Andy Clark. Como se trata de um projeto composto por uma variedade muito ampla de elementos teóricos e também

⁴ “Eu estava defendendo uma imagem conexcionista dos processos biológicos centrais” (tradução nossa).

⁵ “Eu estava buscando como ambientes enriquecidos pelo agente garantem maiores resultados dos padrões associativos centrais” (tradução nossa).

⁶ “Eu ofereci uma imagem da natureza humana desfazendo as fronteiras entre mente, corpo e mundo” (tradução nossa).

⁷ “[...] contribuiu com a imagem dos cérebros biológicos (corporificados, situados) como arquiteturas preditivas multinível” (tradução nossa).

com exemplos empíricos, decidimos nos dedicar ao que classificamos como grupo 1: componentes biológicos, que incluem a biologia evolutiva, a neurociência, a plasticidade neural e a psicologia do desenvolvimento; grupo 2: modelos da cognição, contemplando o conexionismo e a teoria dos sistemas dinâmicos; grupo 3: a ciência da cognição corporificada, abordando a cognição corporificada e situada, a enação e a cognição distribuída. Deixando fora deste estudo, por limitações temporais, os elementos da robótica situada, os estudos sobre linguagem e os textos recentes do autor sobre processamento preditivo como modelo unificador para o projeto da mente naturalizada.

4.1 GRUPO 1: COMPONENTES BIOLÓGICOS

A biologia é um fator decisivo na virada pós-cognitivista da ciência cognitiva. Um detalhe importante do contexto de um protagonista desta virada, Francisco Varela, é sua formação em neurociência e seu trabalho de longo período junto a Maturana na biologia. Mostraremos que tanto a neurociência quanto a biologia são elementos estruturantes também do pensamento sobre cognição do filósofo Andy Clark.

4.1.1 A biologia evolutiva

Começamos por lembrar que a *adaptação* é um conceito fundamental da teoria evolutiva, sendo um dos principais instrumentos da biologia evolutiva moderna para explicar as propriedades adaptativas que capacitam os seres vivos a sobreviver na natureza. Capacidade esta que se aplica a qualquer parte do corpo do organismo em foco. Conforme Ridley (2007), os seres vivos possuem adaptações, isto é, eles são bem-ajustados em forma, fisiologia e comportamento para a vida no ambiente natural. Uma das implicações dessa capacidade biológica é que demonstra que as espécies naturais não têm formas fixas e passam por um processo evolutivo de adaptação ao ambiente local no qual existem e atuam (RIDLEY, 2007, grifo nosso).

Em Clark (1986), no artigo intitulado *A biological metaphor*, o autor expõe a visão de que os humanos são organismos cognitivos naturais, sendo a inteligência humana uma dentre outras inteligências que respondem ao processo evolutivo biológico (organismos com estrutura mais simples e organismos mais complexos).

Tal argumento indica uma perspectiva naturalizada, enquanto um processo que acontece no organismo biológico, e não antropocêntrica de pensar a inteligência, ou a cognição, como uma particularidade especial do ser humano. Nesse sentido, todo o organismo vivo estruturalmente dotado de algum tipo de receptor para algum tipo de aferência sensorial do ambiente no qual está inserido, ao assimilar essa aferência e gerar comportamento adaptativo, expressa um tipo próprio de cognição (CLARK, 1986, 1995; VON UEXKÜLL, 2001).

Reconhecemos que essa abordagem abre espaço para ressignificar a condição humana num projeto mais amplo, ecológico, de perceber a si mesmo em um conjunto de diferentes expressões de formas de vida e de inteligência. Vemos nisso total conexão com a perspectiva biológica que não destaca ao ser humano a lugar privilegiado dentro da natureza, mas o integra como membro de um conjunto amplo de expressão múltipla de formas de vida e de processos cognitivos. Perspectiva essa que pretende investigar a relação entre cada ser vivo e o meio que o circunda, e ter ciência do entrelaçamento intrínseco do ser vivo com partes de seu ambiente (RIDLEY, 2007; VON UEXKÜLL, 1998). Nesse sentido, a guisa de exemplo, trazemos a citação:

O ambiente tem notas ou sinais, no verdadeiro sentido destas palavras: estruturas que o animal assinala por meio dos órgãos sensoriais constituídos para esse efeito e para as quais se elaboram respostas e reações especiais no organismo (VON UEXKÜLL, 1998, p. 9).

Outra das influências sobre o pensamento de Clark, com relação à perspectiva naturalizada, é a de Donald Thomas Campbell (1916-1996), a quem aquele considera um velho amigo e mentor cibernético⁸. Uma contribuição destacada do segundo para a filosofia foi a noção de *epistemologia evolutiva*, que considera o conhecimento de modo compatível com a condição humana como produto da evolução biológica e social. Em sua epistemologia, assume que a evolução com seus aspectos biológicos é um processo de conhecimento e considera que essa abordagem foi negligenciada na tradição filosófica dominante e é uma

⁸ My old friend and mentor the cybernetician Donald T. Campbell insisted that the collective scientific endeavour is best served by pursuing a variety of different but overlapping and intercommunicating ways of exploring mind and its place in nature. Andy Clark in (COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019, p. 295). “meu velho amigo e mentor cibernético insiste que a empresa científica é beneficiada usando uma variedade de diferentes e relacionadas maneiras de conhecer a mente e seu lugar na natureza” (tradução nossa).

marca da virada naturalizada da filosofia. (COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019; WUKETITS, 2001). Para Franz Wuketits (2001), em relação a Campbell:

[...] his name and work are inseparably linked with the evolutionary approach to explaining human knowledge [...] He was an indefatigable supporter of the naturalistic turn in philosophy⁹ (WUKETITS, 2001, p. 171).

Passando ao foco da cognição humana e seguindo a nossa interpretação das ideias de Clark relacionadas à biologia, temos que a inteligência humana como fenômeno biológico necessita ser considerada nos estudos sobre a cognição humana. Somos convidados pelo autor a refletir sobre a *metáfora computacional*, que é a interpretação de certos aspectos da mente como um processamento computacional, estando necessariamente *em combinação com a metáfora biológica* que leva em consideração as *origens naturais* da mente que esteja sendo modelada pelos métodos computacionais (CLARK, 1986, grifo nosso).

Queremos chamar a atenção para o aspecto de naturalização da mente, e com isso recordar que, mesmo que sejam usados modelos computacionais, que colaboram para as investigações, a mente humana é inextricável da constituição biológica (conjugando estrutura e função) do organismo humano. Para nós já, desde este momento, demonstra-se a proposta integrativa do projeto filosófico de Clark, que consiste em uma fórmula somativa de noções importantes de diferentes áreas e momentos das investigações sobre a cognição natural, as quais ele coloca em relação complementar (CLARK, 1986).

Na perspectiva de Clark, uma falha do modelo computacional é focar diretamente nos aspectos superiores da cognição. Nesse sentido, considerar a progressão biológica e evolutiva do ser humano enquanto suas capacidades de conhecer, pensar, solucionar problemas precisa compor a pesquisa em ciência cognitiva. É muito importante refletir sobre a natureza evolutiva da inteligência humana, que em conformidade com a biologia evolutiva, é um produto de mudanças graduais que transformam o simples em muito complexo por uma soma de pequenas mudanças e acréscimos. Para Clark, aceitar essa explicação de etapas evolutivas da complexidade leva a compreender o sistema complexo, procurando a natureza de seus componentes mais simples (CLARK, 1986).

⁹ “[...] seu trabalho e nome estão ligados à abordagem evolutiva de explicar o conhecimento humano [...] ele foi um suporte do giro naturalizado na filosofia (tradução nossa).

Dentro dessa estrutura de compreensão também fica descrito que, levar em consideração a metáfora biológica na investigação da cognição humana, aponta para o fato de que algum tipo de estrutura orgânica cerebral serve de fundamento para a aquisição de novas competências e conhecimentos, rejeitando assim a ideia de um sistema em branco, em termos cognitivos, de uma criança recém-nascida. Tal estrutura fundamental, como um arcabouço, disponibiliza uma miríade de potenciais capazes de guiar o aprendizado durante a ação motora da criança no ambiente. O cérebro humano é tratado na obra de Clark como um órgão biológico com histórico evolutivo acumulado bem como com potencial para adaptabilidade, aprendizado e transformação. Isso fortalece a noção de cognição biológica como diferente da cognição modelada de modo artificial, embora esta segunda possa ser usada como analogia para compreender a primeira (CLARK, 1986).

Na mesma perspectiva está a argumentação do autor de que sistemas complexos como o ser humano se constituem por um processo gradual de pequenas alterações que se estabilizam e geram formas estáveis e modificáveis em uma dinâmica contínua. Conformando assim um passo a passo orientado à melhor adaptação ao ambiente e um melhor funcionamento dentro desse, que favoreçam a manutenção da vida e a progressiva melhor percepção do ambiente (CLARK, 1986).

Evidenciando a perspectiva de que a evolução do organismo complexo acontece em estreita interação com as aferências providas do ambiente, não de maneira aleatória ou independente das condições tanto do organismo quanto do meio no qual este atua, Clark antagoniza com o modelo cognitivista tradicional que se manteve indiferente às questões orgânicas relacionadas à cognição. Clark concorda, pois, com noções biológicas da epistemologia evolutiva de Campbell referidas em Wuketits (2001) que diz “All kinds of organisms have there own cognitive system and perceive external objects in their specific manner¹⁰” (WUKETITS, 2001, p. 177).

Associada à interação entre estrutura morfológica do organismo e nicho biológico encontramos no texto *Moving minds: situating content in the service of real-time success* (1995), referência que Clark faz à Von Uexküll (1864-1944) e à teoria de mundos-próprios deste. Trata-se de um pesquisador naturalista que colaborou

¹⁰ “Todo organismo tem seu próprio sistema cognitivo e percebe os elementos externos de maneira específica” (tradução nossa).

com um frutífero debate na filosofia com a sua teoria de own specialized Umwelt¹¹ ou mundo-próprio de cada organismo tipo, significando aquilo que depende do ser vivo considerado e resulta de uma seleção realizada por este dentre todos os elementos do ambiente em virtude de sua própria estrutura específica (CLARK, 1995; VON UEXKÜLL, 1998). Com base nessa ideia de mundo próprio, cada organismo recebe um status de agente ativo sobre os elementos do ambiente, selecionando os que lhe são próprios de acordo ao seu sistema sensorial e às suas demandas evolutivas, assim ocorrendo tanto nos organismos mais simples quanto nos mais complexos (VON UEXKÜLL, 1998).

Esta ideia de *mundo-próprio* torna necessário interpretar a natureza como sendo composta por organismos vivos como sujeitos que significam e atuam no mundo em conformidade a sua própria estrutura. Assim nascem as diferentes formas de agir e de perceber o mundo. Para Von Uexküll, a biologia deve ser estudada para além dos laboratórios, no mundo da vida de cada ser em foco, considerando o mundo subjetivo de cada organismo, como cada um percebe subjetivamente e como isso determina o comportamento daquele. A composição entre seu mundo de percepção (sistema receptor) e seu mundo de ação (sistema efetuator) e as relações entre sujeito e objeto obedecem a essa circularidade através de um ajuste entre ambos ou um ciclo de função que torna possível compreender o mundo-próprio (SOUZA, 2012).

Seguindo essa interpretação, temos que diferentes organismos têm diferentes mundos-próprios e diferentes formas de agir e de perceber o mundo (SOUZA, 2012). De nossa parte vemos que possivelmente esta noção serve de fundamento para as ideias da mente distribuída, especialmente no aspecto de circularidade que ocorre pelo acoplamento sujeito-sensação-percepção-ação e que tem por consequência a ação guiada pela percepção proposta por Clark (CLARK, 1995).

Nosso interesse nesse tópico é chamar atenção da abordagem que merece destaque na construção de Clark, que é justamente a noção biológica de integração ajustada entre a estrutura morfológica do organismo com o ambiente em uma dinâmica ativa. Cada organismo é biologicamente apto a assimilar, perceber seu

¹¹ “O termo *Umwelt* corresponde em português a ambiente, mundo ambiente ou, com menos propriedade, meio ambiente. No sentido, porém, em que o autor o emprega, ele significa qualquer coisa que depende do ser vivo considerado, e resulta de uma como que seleção por este realizada, dentre todos os elementos do ambiente, em virtude da sua própria estrutura específica — o seu mundo-próprio” (VON UEXKÜLL, 1998, p. 24).

meio e agir sobre ele na garantia de suas necessidades de adaptabilidade e evolução da vida e assim enfraquece a interpretação de organismo que é passivamente determinado por um mundo pré-dado. Mas é necessário também considerar que nosso autor não advoga favoravelmente ao determinismo biológico, ou a um programa genético que determine uma cascata sequencial de mecanismos neuronais responsáveis por si só pelo desenvolvimento cognitivo humano, uma vez que defende a cognição como um sistema em desenvolvimento (CLARK, 1995).

Para adequadamente iluminar este ponto, trazemos, conforme o original indicado por Clark (1995), o argumento que segue:

It is possible to wholeheartedly endorse the idea that the mind is a product of evolution *without* accepting the claim that the mind is constrained to develop or to reason in certain, limited ways¹² (GRIFFITHS; STOTS, 2000, p. 31, grifo nosso).

O que traz, conforme nossa interpretação, para o debate, uma visão alternativa de desenvolvimento, que é a abordagem de desenvolvimento sistêmico¹³, uma visão apoiada na noção de complexidade do desenvolvimento sistêmico que não assume qualquer forma de determinismo reducionista e foca em numerosos padrões causais interdependentes (CLARK, 1986, 2001b; GRIFFITHS; STOTS, 2000).

Nesse contexto, entendemos que as noções biológicas assimiladas no projeto de investigação sobre a cognição humana de Clark fortalecem a visão de que os seres humanos, constituídos também de um órgão complexo que é o cérebro, possuem um processo mental que os habilita a definir ações voltadas a metas específicas, tomar decisões locais próprias de uma forma particular de vida conforme as capacidades corporais de cada agente, suas necessidades e seu nicho biológico, no que nosso autor chama de *soft-assembly* temporárias, e que interpretamos como conexões maleáveis, que continuamente geram, ou desfazem, sistemas cognitivos plásticos, dinâmicos e em transformação. Dessa forma, o ambiente é um grande fornecedor de aferências para o processo cognitivo a partir do contato da pessoa com seu entorno, e a visão de Clark, que pensa esse ambiente, vê as noções biológicas de modo compatível com a ênfase à ação, que

¹² “É possível endossar a ideia de que a mente é um produto da evolução *sem* aceitar o compromisso de que ela seja limitada no seu desenvolvimento e capacidade de pensamento” (tradução nossa).

¹³ “...developmental systems theory” (GRIFFITHS; STOTS, 2000, p. 34).

caracteriza a proposta da cognição corporificada, enativa, situada e distribuída (CLARK, 2007b, 1986).

Essa perspectiva com foco na evolução biológica também aparece como argumento forte para diferenciar os modelos computacionais, a que chamamos a partir de agora de cognição artificial, da ideia da cognição natural, i.e., biológica. Entendemos que a cognição biológica difere da artificial porque no processo de adaptabilidade as demandas ambientais, por interação e alças de feedback, favorecem soluções eficientes e não óbvias e para isso são integrados recursos neurais, corporais e ambientais, de maneira não linear. Fica explícita a noção da importante interação que é característica dos sistemas biológicos humanos entre a percepção, o pensamento e a ação como constituintes da cognição, e não apenas o processamento intracerebral de informações. Clark sustenta uma noção ampliada da cognição, que abarca cada vez mais elementos, o que tem como consequência o fato de, como objeto da ciência cognitiva, levar constantemente a novas compreensões do que ela seja (CLARK, 1999b).

Na concepção biológica da cognição que encontramos em Clark, os agentes humanos são capazes de lidar e superar os problemas (ou desafios cognitivos) que surgem de sua condição de serem ativos no ambiente. Assim, como agentes exploratórios de oportunidades, combinam as aferências diretas que lhe chegam no tempo da ação vigente (on-line) e os estados internos cerebrais que foram selecionados por aprendizado ou por evolução cuja função é 'estar por' elementos do ambiente (CLARK, 1997a, 1997b).

De acordo com esta perspectiva, o sistema cognitivo pode operar abandonando temporariamente a estratégia de interação direta com o mundo para se correlacionar com outras formas de exploração internas. Sendo muito possível que as estratégias *off-line* estejam em continuidade e em paralelo com as estratégias perceptivas e motoras situadas. Essa perspectiva propõe assumir a cognição biológica como uma dinâmica entre processos diferentes e interdependentes, como, por exemplo, o modelo de circuitos neurais que emulam e predizem o feedback sensorial antecipando as aferências sensoriais do corpo em movimento e podem oferecer uma funcionalidade adicional *off-line* que permite ao sistema ensaiar as ações motoras antecipadamente a sua efetiva realização. Isso pode ser entendido como uma vantagem adaptativa de progressiva maior eficiência das respostas comportamentais do agente humano (CLARK; GRUSH, 1999).

Nessa direção as chamadas funções cognitivas superiores estão construídas nas bases sensório-motoras e do desenvolvimento neuropsicomotor, em uma continuidade que inclui a noção de *representação interna* cujo conteúdo emerge das ações no tempo real no ambiente, sendo assim conteúdos orientados para a ação que coordenam os comportamentos em tempo real. Com esse modelo, a cognição não necessita ser todo o tempo interativa com o sistema cognitivo equivalentemente ativado, podendo usufruir de uma arquitetura interna esculpida pelas necessidades adaptativas do organismo, gerando uma forma de economia vantajosa ao organismo do agente (CLARK, 1997b).

Mecanismo esse que é um ganho evolutivo em decorrência das modificações e adaptações biológicas cerebrais associadas, conforme processo de hibridização assinalado por Clark (2001b), com os artefatos epistêmicos e as tecnologias disponíveis ao sujeito cognoscente humano. Esse ganho se dá especificamente em relação aos circuitos neurais que respondem a evolução (maior grau de complexidade) disponíveis no sistema nervoso dos humanos, principalmente das estruturas corticais e subcorticais do cérebro bem como do cerebelo. Isso evidencia a posição de correlação mútua entre forma e função dos órgãos biológicos, neste caso, o cérebro, e contribui para a visão de Clark (2001b) sobre a racionalidade humana “[...] we are finally seeing rationality aright, as fully continuous with various forms of simpler, ecologically situated, adaptive response¹⁴” (CLARK, 2001b, p. 121).

Para enfatizar como as perspectivas biológicas evolutivas aportaram às investigações sobre a cognição, passamos a uma citação direta que evidencia esta abordagem:

[...] *the new sciences of the mind* have become deeply colored by an underlying belief in what I'll call 'biological cognitive incrementalism'—the idea that there is a fairly smooth sequence of tweaks and small design innovations *linking full-scale human thought and reason* to the mechanisms and strategies deployed in more basic, and less intuitively reason-sensitive, cases. [...] This, then, is the second thing that has happened to *naturalistic investigations* of reason, thought and rationality¹⁵ (CLARK, 2001b, p. 125, grifo nosso).

¹⁴ “[...] finalmente vemos a racionalidade como uma continuidade entre várias formas de respostas adaptativas simples e ecologicamente situadas” (tradução nossa).

¹⁵ “[...] as novas ciências da mente se tornaram influenciadas pelo que chamarei 'incrementalismo cognitivo biológico'- a ideia de que uma progressiva sequência de ajustes e pequenas inovações ligando o pensamento humano e a razão aos mecanismos e estratégias mais básicos, e menos intuitivos [...] isto é a segunda coisa que ocorreu nas investigações naturalizadas da razão, do pensamento e da racionalidade” (tradução nossa).

4.1.2 A neurociência

No capítulo anterior, dedicamo-nos a apresentar aspectos da neurociência e da neurociência cognitiva. Nosso foco agora é destacar o uso que Clark faz dos achados neurocientíficos dentro do seu próprio projeto filosófico. Segundo ele, tradicionalmente se teorizou sobre cognição no espaço restrito dos mecanismos neurais internos cerebrais, sem incluir o ambiente externo que foi entendido como mero fornecedor de *inputs*, i.e., informações a serem processadas internamente e resultarem em *outputs*, i.e., repostas motoras governadas por esse processamento interno. Na sua análise, em 1970, na ciência cognitiva, o cérebro era visto tão somente como um meio físico da cognição e entender a mente não estava em relação a compreender o cérebro, pois os detalhes físicos não eram relevantes, mas sim as computações e as estratégias de processamento de informações implementadas no arcabouço neural. Em suma, a neurociência não era então considerada como elemento significativo para a compreensão da inteligência humana (CLARK, 1999b).

Com uma outra maneira de compreender a cognição, a perspectiva de em Clark é a de que com os avanços da neurociência, a abordagem tradicional da cognição, limitada aos processos neurais internos, foi questionada, possibilitando a emergência de uma nova proposta teórica, que indica a interrelação indissociável entre cérebro-corpo-ambiente e inclina o investigador a considerar a estrutura e a dinâmica dos sistemas adaptativos complexos. É-nos assim oferecida a visão da mente como a atividade de um cérebro integrado numa estrutura corporal específica, em um nicho ambiental e cultural também específicos. Ao mesmo tempo em que mantém a noção de que compreender o cérebro parece ser crucial para conhecer a mente (CLARK, 1999b).

Na visão do autor, com valorização dos aportes advindos da neurociência um maior campo de possibilidades explicativas para a cognição se torna realidade. Especialmente para melhor apreciar a maneira pela qual sistemas biológicos reais solucionam problemas complexos. Desta forma a antiga fixação no nível software cedeu espaço para uma perspectiva que coloca a modelagem computacional *junto com* uma séria apreciação dos fatos biológicos (CLARK, 1999b, grifo nosso), o que interpretamos como indicativo do projeto integrador do filósofo. Nesse caso, associando as noções herdadas dos modelos computacionais da tradição com o

avanço neurocientífico, nosso autor não polariza numa postura internalista e tampouco num externalismo radical na investigação sobre o processo cognitivo, reconhecendo a participação equivalente dos processos internos e externos em relação ao corpo do agente cognitivo (CLARK, 1997a).

Clark descreve a percepção e a ação como uma unidade na qual existe interdependência complementar entre ambas, decorrente de conexões dentro do sistema nervoso que são ascendentes e descendentes, bem como laterais, formando assim uma circuitaria neural complexa que combina múltiplos tipos de aferências, tanto de níveis altos como intenções, quanto percepções dos níveis baixos e as ações motoras. Isso porque as células neurais não são mais compreendidas como unidades independentes que detectam uma característica específica do que é percebido no ambiente e sim passam a ser interpretadas como filtros sintonizados que respondem a uma ampla variedade de dimensões de aferências ativadoras, tanto externas quanto intrínsecas de outras áreas do cérebro. Soma-se a isto o elemento atenção do agente, que também altera as respostas das células neurais, i.e., favorecendo o potencial de ação, o que indica que a participação ativa do agente em seu ambiente favorece as ativações neurais (CLARK, 1999b).

4.1.2.1 A plasticidade neural

Nas nossas investigações sobre o trabalho de Clark reconhecemos uma de suas fortes influências neste tema da plasticidade neural nos textos de Quartz (1997, 1999). Se trata de uma abordagem integradora que reúne perspectivas da neurociência, da ciência cognitiva e computacional e que declara que o desenvolvimento do córtex cerebral envolve a progressiva construção de redes neurais, dependente da plasticidade neural e das experiências pós-natais, gerando as representações subjacentes às capacidades cognitivas que emergem ao longo do processo de amadurecimento do sujeito. Apresenta assim uma abordagem neural construtivista do desenvolvimento das capacidades cognitivas do ser humano (QUARTZ; SEJNOWSKI, 1997; QUARTZ, 1999).

Em convergência com a abordagem construtivista do desenvolvimento cognitivo, fonte na qual claramente Clark se nutre para as suas próprias interpretações sobre a cognição humana, trazemos do texto original uma citação

muito esclarecedora do seu enfoque da plasticidade neural, com a qual concordamos.

Ours are (*by nature*) unusually plastic brains whose biologically proper functioning has always involved the recruitment and exploitation of non-biological props and scaffolds¹⁶ (CLARK, 2001b, p. 138, grifo nosso).

A capacidade moldável do tecido cerebral permite considerar que o córtex cerebral é esculpido pelos desafios, pelos recursos e pelas oportunidades disponíveis na vida pós-natal da criança humana e no aprendizado ao longo da existência de cada sujeito. De acordo ambiente no qual cada sistema cognitivo humano evolui, o cérebro é afetado estruturalmente de maneira profunda (CLARK, 2003, 2007b; QUARTZ; SEJNOWSKI, 1997; QUARTZ, 1999).

Por condição natural nossos cérebros são dinâmicos, flexíveis, em contínua organização e desorganização de comunicações neurais em resposta ao contato que temos com nosso mundo. Para nós essa é uma ideia reveladora de que os seres humanos não são pré-definidos em relação ao seu potencial cognitivo e podem, através da sua relação com diferentes apoios ambientais, despertar novas conexões e novas possibilidades (CLARK, 2001b).

O avanço dos nossos estudos nos possibilita interpretar a visão de Andy Clark de que o ser humano não é mero utilizador de recursos materiais e simbólicos (culturais) porque na interação com tais objetos (ação engajada/atenta) este ser transforma a si mesmo tanto em seus aspectos físicos (esquema corporal) quanto cognitivos (percepção e estratégias para adaptabilidade e melhor resultados nas ações). Trazemos um extrato do texto original do autor que oferecemos como um exemplo que sustenta essa nossa interpretação.

In particular, the notion of human enhancement suggests an image of the embodied and reasoning agent as literally extended or augmented, rather than the more conservative image of a standard (non-enhanced) agent using a tool via some new interface¹⁷ (CLARK, 2007b, p. 263).

¹⁶ “Os nossos cérebros (por natureza) são incomumente plásticos cuja função biológica própria sempre envolve a exploração e recrutamento de elementos e apoios não biológicos” (tradução nossa).

¹⁷ “A noção de aprimoramento humano, em particular, sugere uma imagem do agente corporificado e racional enquanto literalmente estendido ou ampliado, antes que uma visão mais conservadora de um agente padrão (não aprimorado) que usa uma ferramenta em uma nova interface” (tradução nossa).

Nessa direção argumentativa vimos que em *Re-inventing ourselves: the plasticity of embodiment, sensing and mind* (2007b) artigo especialmente dedicado à memória de Francisco Varela, Andy Clark aborda que com os avanços na ciência cognitiva e na neurociência cognitiva se abriram novas perspectivas sobre o aprimoramento (*enhancement*) humano. Seu argumento é de que os seres humanos são, através de repetidos episódios de reajuste sensorial, biologicamente propensos às reconfigurações físicas e à extensão mental, portanto profundamente corporais na constituição de suas mentes e de sua identidade pessoal. Com isso sugere que as habilidades físicas e mentais dos seres humanos não possuem um limite fixado, sendo abertas à profunda e transformadora reestruturação mediada por novos equipamentos (simbólicos e/ou físicos) incorporados nos sistemas cognitivos e motores (CLARK, 2007b).

Como em outras de suas obras, no texto em questão os argumentos do autor se estruturam em evidências empíricas da neurociência cognitiva. Através deste apoio entre reflexão filosófica e achados científicos Clark (2007) considera que tais mecanismos de aprimoramento surgem quando constituem um circuito integrando agente e mundo (*a new systemic wholes*). Sustenta essa noção argumentando que sistemas biológicos dispõem de importantes potenciais de adaptabilidade que permitem uma gradual evolução da performance de um comportamento mediada pela reorganização das conexões neurais que são possíveis pela plasticidade do sistema nervoso (CLARK, 2007b).

Entendemos que essa modificação, possível por conta da capacidade organizativa intrínseca do córtex cerebral, é o fundamento do que Clark apresenta como uma profunda corporificação (*profoundly embodied agency*) de recursos físicos, sensoriais e cognitivos (CLARK, 2007b). Na sequência, com intuito de remarcar a perspectiva que é oferecida pelo autor trazemos do seu texto “[...] such agents are able constantly to negotiate and re-negotiate the agent-world boundary itself¹⁸” (CLARK, 2007b, p. 268). Assim como verificamos que o autor preserva a noção de autonomia e atuação como componentes indispensáveis da composição desse sistema cognitivo distribuído na afirmação “[...] the new agent-world circuits be

¹⁸ “[...] tais agentes são constantemente capazes de renegociar as próprias fronteiras agente-mundo” (tradução nossa).

trained and calibrated in the context of a whole agent engaged in world- directed (goal-driven) activity¹⁹ (CLARK, 2007b, p. 270).

Importa para o autor ir além das considerações sobre melhoria corporal e abordar a delicada questão da qualificação da mentalidade humana. Nesse contexto desenvolveu a noção de agente profundamente corporificado (profoundly embodied agent). Nós interpretamos essa noção como um questionamento da tradicional perspectiva de fronteiras claras entre o agente limitado pela barreira de sua própria pele e o mundo como algo externo a ele. Especialmente quando Clark, citando Maturana, traz a proposta dos sensores corporais como canais abertos que permitem às variações ambientais constantemente guiarem o comportamento. Nessa perspectiva um apropriado e integrado sistema emerge, nos fazendo lembrar que para o biólogo chileno a noção de dentro e fora não é natural, mas uma construção do observador. (CLARK, 2007b).

Para dar ênfase ao significado que Clark (2007b) traz para essa noção contrária àquela de um mundo representado, em que os sensores traduzem para sinais elétricos que serão processados internamente resolvendo o problema cerebralmente, transcrevemos a citação direta:

This shift in perspective on what sensing is (often) all about will be important later when we consider new sensory channels and their potential impact on the bounds of human agents²⁰ (CLARK, 2007b, p. 266).

Começa a nos parecer a essa altura que assim como nas posições enativistas, Clark na sua concepção de cognição distribuída aponta para a natureza da cognição não como exclusiva ao pensamento racional e processual consciente dentro da cabeça como normalmente concebido. Mas num sentido mais amplo e sistêmico para a própria noção de cognição, mexendo assim com a compreensão das fronteiras da cognição, o que era muito seguramente estipulado no paradigma cognitivista (CLARK, 2007b).

Nessa perspectiva os componentes ambientais, as informações sensoriais disponíveis bem como os elementos linguísticos e tecnológicos funcionam como andaimes sobre os quais tal sistema neural flexível se adapta e conforma. São desta

¹⁹ “[...] os novos circuitos agente-mundo são calibrados no contexto de uma agente integrado e engajado na atividade dirigida pelo mundo (dirigida por objetivos)” (tradução nossa).

²⁰ “Esta mudança de perspectiva sobre o que seja a sensibilidade será importante quando considerarmos novos canais sensoriais e seus potenciais impactos nas fronteiras dos agentes humanos” (tradução nossa).

forma responsáveis por gerar novas possibilidades cognitivas para cada sujeito, numa complementariedade entre estrutura anatômica e morfológica biologicamente evoluída que será acompanhado por um longo e contínuo processo de evolução cultural e tecnológica (CLARK, 2003).

Considerando assim essa uma abordagem que descreve aos humanos como produtos naturais de uma matriz complexa e heterogênea que integra a cultura, a tecnologia e a biologia de modo inextricável. Sendo por isso inapropriado determinar uma natureza biológica fixa meramente cercada dos demais elementos ambientais, uma vez que os elementos culturais e as demais ferramentas são tanto constituintes da natureza humana quanto produtos desta. Assim os humanos naturalmente são constituídos de cérebros plásticos e oportunistas cuja função própria envolve a exploração e assimilação dos elementos não biológicos disponíveis no ambiente (CLARK, 2003).

Uma implicação significativa desta abordagem é descrita por Clark (2003) no trecho que citamos integralmente:

Such explosive opportunism has implications for social policy and educational practice. The goal of early education (and perhaps of all education) should not be seen as simply that of training brains whose basic potential is already determined. Rather, the goal is to provide rich environments in which to grow better brains. The more seriously we take the notion of the brain-environment engagement as crucial, the less sense it makes to wonder about the relative size of each of the two contributions. What really matters is the complex reciprocal dance in which the brain tailors its activity to a technological and sociocultural environment, which—in concert with other brains—it simultaneously alters and amends. Human intelligence owes just about everything to this looping process of mutual accommodation²¹ (CLARK, 2003, p. 86–87).

4.1.3 A psicologia do desenvolvimento

A questão própria do desenvolvimento neuropsicomotor infantil é a do surgimento de novas capacidades, ou novas formas de comportamento, a partir das experiências sensório-motoras dos bebês e das crianças. Nesse tópico nosso

²¹ “Tamanho oportunismo tem implicações para a política social e para as práticas educacionais. Os objetivos da educação inicial (e talvez de todas as fases) não devem ser vistos como o mero treinamento de cérebros com potenciais pré-determinados. Antes, a meta é promover ambientes enriquecidos que sejam propícios ao melhor cultivo das capacidades cerebrais. Quanto mais seriamente adotarmos a visão do engajamento cérebro-ambiente como crucial, menos sentido temos para analisar a contribuição de cada um deles isoladamente. O que realmente importa é a recíproca e complexa interação recíproca na qual o cérebro adapta sua atividade ao ambiente tecnológico e sociocultural, que também é simultaneamente alterado. A inteligência humana é sobre esse processo de mútua adaptação” (tradução nossa).

enfoque se dá sobre as fontes que Clark usa (GRIFFITHS; STOTS, 2000; SPENCER; SCHÖNER, 2003; THELEN; SMITH, 2001) cuja proposta de desenvolvimento sistêmico indica que o desenvolvimento cognitivo deve ser compreendido como o resultado da interação recíproca entre os vários elementos que constituem esse sistema (CLARK, 2001b).

Com isso propõem que novos comportamentos motores e, também, a evolução das capacidades do raciocínio, da memória, das emoções e da linguagem têm origem numa matriz heterogênea de elementos causais interdependentes. Nessa abordagem, os comportamentos novos que a criança apresenta desde os seus meses iniciais de vida são emergências das interações corporais no ambiente e das intervenções que os próprios pais (ou outro cuidador) realizam, e que influenciam nos outros componentes do sistema, como expressões genicas e ativações neurais. Temos assim uma visão de uma sobreposição de elementos em um processo evolutivo plástico (flexível variando entre padrões de estabilidade e de instabilidade – *softly assembled* - que assegura transformações contínuas numa arquitetura cognitiva distribuída que captura as influências temporais e contextuais que caracterizam a vida do agente cognitivo no mundo. Dessa maneira conhecer não é separado de perceber, agir e lembrar pois são processos continuamente ligados e em evolução (CLARK, 2001b; GRIFFITHS; STOTS, 2000; THELEN; SMITH, 2001).

Nesse contexto Clark nos fala do desenvolvimento neuropsicomotor enquanto um processo de aperfeiçoamento progressivo, desde a infância, das capacidades menos abstratas, até as atividades de aspecto superior que emergem na condição corporificada e situada de cada criança. Por isso ele diz também que em termos metodológicos não é suficiente investigar apenas as estratégias superiores da cognição, mas é favorável e necessário observar essas estratégias e suas modificações no tempo de vida. De maneira mais objetiva, é inadequado focar diretamente em capacidades de alto nível cognitivo sem considerar qualquer teoria sobre como tais podem ter sido facilitadas por ações combinadas de muitas atividades de baixo nível cognitivo gerada pelas necessidades fundamentais de um organismo em desenvolvimento (CLARK, 1986).

O ponto que destacamos é o fato de que o agente cognitivo humano é um organismo em desenvolvimento no tempo e com transformações corporais e comportamentais que ocorrem na experimentação que esse agente faz do ambiente

para garantir sua adaptação e manutenção da sua vida. Contando com apoios externos, que inicialmente é o próprio cuidado recebido no núcleo social em que é parte. Com isso concordamos com nossos autores referência quando defendem que a evolução corporal e cognitiva desse agente desde o início ocorre em um ambiente social e cultural, não sendo definida exclusivamente pelo desenvolvimento biológico das estruturas cerebrais (CLARK, 1986; GRIFFITHS; STOTS, 2000; THELEN; SMITH, 2001).

Especificamente para Clark os pensamentos humanos são influenciados pelo engajamento do agente no ambiente desde a infância. Nesta perspectiva, o ser humano constrói um rico repertório cognitivo porque ativamente investiga o ambiente durante todo o tempo de vida. Justamente por ser corporalmente constituído pode explorar as estruturas do ambiente e assim diminuir o esforço cognitivo, e por ser situado pode apoiar sua cognição na história de interações com a riqueza de informações disponíveis no ambiente externo circundante. Estas ideias foram por ele chamadas de cognitivismo engajado (*engaged cognitivism*) (Clark, 1987, p. 239) e se contrapõem a perspectiva de neutralidade da instanciação da cognição que não considera as vantagens da corporificação e do engajamento (CLARK, 1987).

Notamos que estas considerações vão em direção a um argumento forte na construção de Andy Clark sobre o amadurecimento cognitivo quando afirma que a dimensão do desenvolvimento dos mecanismos e processos cerebrais necessita levar em consideração o aspecto do desenvolvimento corporal e experiencial no tempo. Sendo essencial à compreensão da mente humana a abordagem que considera desde os aspectos mais fundamentais no desenvolvimento infantil e assim progressivamente. Nessa proposta os estudos apenas das capacidades e funções mentais do adulto leva a dicotomias que geram dificuldades na compreensão do fenômeno cognitivo (KARMILOFF-SMITH; CLARK, 1993).

Outro aspecto relevante, a nosso ver, é o entendimento de que o conhecimento não é exclusivamente inato devido aos estados neurais evolutivamente especificados, tampouco puramente adquirido pelo aprendizado decorrente das experiências no ambiente, mas uma terceira perspectiva é apresentada pelo autor. A de que exista algum tipo de administração de informação inata, ou seja, arquiteturas cerebrais inatamente especificadas, que são mecanismos computacionais conexionistas, enquanto outros e novos processos intracerebrais são ativados em resposta as variações do contexto. Nessa abordagem são

integradas uma arquitetura inicial aberta ao aprendizado e as condições do contexto, associa assim os princípios biológicos evolutivos com o modelo conexionista dirigido a estruturação de padrões cognitivos dinâmicos que produzem as capacidades comportamentais (KARMILOFF-SMITH; CLARK, 1993; SPENCER; SCHÖNER, 2003).

Estas abordagens em conjunto trazem novos insights sobre a natureza das mudanças que se expressam no desenvolvimento neuropsicomotor das crianças. Principalmente pelo argumento que a complexidade interna do próprio sistema nervoso e a complexidade ambiental tem mútua influência na emergência dos novos comportamentos. Superando antigas concepções de programações inatas rígidas e usando em abundância o conceito de auto-organização de um organismo complexo e ativamente explorador de seus contextos corporais e ambientais. Isso associado aos conceitos de multi-causalidade e conexões maleáveis desfaz a necessidade de buscar um fator único que explique o desenvolvimento, promovendo investigações que explicam o desenvolvimento examinando como as crianças expressam comportamentos, no atual momento, que são baseados em comportamentos anteriores e no contexto em andamento (SPENCER; SCHÖNER, 2003).

4.2 GRUPO 2: - MODELOS DA COGNIÇÃO

Como vimos no capítulo dedicado ao panorama histórico da ciência cognitiva, são muitos os modelos disponíveis com o objetivo de explicar a cognição humana. Andy Clark usa de modelos conexionistas e de sistemas dinâmicos na sua concepção de arquitetura cognitiva. Passamos a explorar estes dois modelos na sequência.

4.2.1 O conexionismo

Os modelos conexionistas garantem uma nova alternativa para o computador digital enquanto descrição da função cerebral, da dinâmica neural, dos estados neurais dos sistemas que tem comportamento adaptativo em um ambiente inconstante. Sua ferramenta explicativa para as atividades cerebrais são os padrões de atividades neurais espaço-temporais que necessitam novos campos de análise matemática para serem compreendidos que usam os conceitos explicativos da teoria

dos sistemas dinâmicos. Nessa modelagem alternativa também são usadas as noções de auto-organização dos processos neurais e de emergência de percepções e ações a partir dos grupos neurais ativados. Essa nova perspectiva de dinâmica neural indica que o cérebro deve ser visto como um processo auto-organizado de interativa adaptação com o ambiente (SKARDA; FREEMAN, 1987).

Para Clark (1997b) estes são tempos excitantes para a ciência cognitiva. As ideias sobre a natureza do sistema representacional interno foram postas em xeque pelo crescente interesse nos modelos conexionistas e de redes neurais. Nesse sentido as mudanças de perspectiva em cerca de dez anos transformaram a prática da ciência cognitiva e sua abordagem sobre aprendizagem e representação (CLARK, 1993, 1997b).

Essas mudanças respondem a uma insatisfação com os modelos explicativos tradicionais e suas características principais: (1) não assume a ideia do desenvolvimento cognitivo enquanto evolução adaptativa dependente do contexto e (2) se fundamenta numa linguagem de tipo textual interna, como um código pré-definido e independente do contexto. Por outro lado, o conexionismo é baseado na noção de desenvolvimento (evolução adaptativa), se fundamenta na noção de processos, e não é influenciado pelos conceitos da psicologia popular- proposições, crenças, desejos, estados psicológicos, conceitos, atitudes, todos são algum tipo de conteúdo mental, colocados numa proposição governada por verbos como crer ou esperar que (CLARK, 1993).

Vigora um novo questionamento, mente como um texto ou mente como um processo? A primeira opção tem relação com um estoque interno de itens com conteúdo independente do contexto que são a base sobre a qual as operações computacionais são definidas, especialmente conforme as regras da lógica. Nesta abordagem a ação intencional é mediada por este código interno. O aprendizado consiste em uma construção sistemática de estruturas simbólicas complexas que expressam novos conceitos e pensamentos, que não permite a expansão das capacidades representacionais do sistema pois o aprendizado é um mecanismo de produção e teste de hipóteses num ambiente fixamente representado. Na segunda possibilidade o sistema cognitivo não depende de conjuntos inatos de átomos semânticos e é aberto às mudanças. Resumidamente, enquanto a abordagem clássica propõe a mente como essencialmente um texto, os conexionistas a veem como um processo fortemente associado com o ambiente, pois uma rede neural é

um sistema não textual, é sim um processo orientado para o desenvolvimento de habilidades (CLARK, 1993).

Nesse sentido as redes neurais podem progressivamente mudar as próprias arquiteturas no desenvolvimento no tempo. Lançando a ideia de um modelo para o mecanismo cerebral envolvido na cognição que se chama redescrição representacional (*representational redescription*), que é uma visão de que o cérebro não armazena dados de forma estruturada, i.e., símbolos, e sim um conjunto de mínimos processos adaptados para lidar com cada sub-elemento de cada determinada tarefa. Nesse sentido as redes neurais podem manter padrões de ativação em resposta às perturbações, incorporando em seu campo explicativo as noções de multi-causalidade e auto-organização. Em consequência essas redes são campos dinâmicos emergidos da confluência de inputs e da interação entre as propriedades excitatórias e inibitórias intra-campos (KARMILOFF-SMITH; CLARK, 1993; SPENCER; SCHÖNER, 2003).

Nesse modelo, os estados representacionais (ou representações sub-simbólicas) estão em analogia com a neurofisiologia cerebral. Tais estados emergem da propriedade de auto-organização do sistema nervoso (e das redes neurais e suas conexões inter-redes) que são ativadas dependendo do tempo e do contexto no qual o sujeito cognitivo esteja inserido (situado) (SPENCER; SCHÖNER, 2003).

De nossa parte vemos nessas descrições muita relação com o que já conhecemos do funcionamento complexo do próprio cérebro como já visto no capítulo dedicado a neurociência nesta tese. Recordamos também que o conexionismo é também proposto como alternativa de modelo para a cognição nas obras seminais da cognição corporificada *The Embodied Mind* (1991) e, *Conhecer* (1994), por se aproximar das descrições biológicas do sistema cognitivo.

4.2.2 A teoria dos sistemas dinâmicos

Como abordamos no capítulo sobre a origem e evolução da ciência cognitiva, o campo da ciência cognitiva é plural e está em movimento através de frutíferos debates entre um número significativo de diferentes abordagens e modelos que visam uma compreensão naturalizada da cognição humana. A expressão “[...]”

contemporary cognitive science is in a state of flux²²” (PORT; VAN GELDER, 1995, p. vii) reflete nossa própria interpretação da dinâmica de um campo em desenvolvimento e transformação ao longo das décadas que se sucedem desde os anos iniciais até a atualidade.

Dentro dessa perspectiva podemos ver que nos anos 1990 a Teoria dos Sistemas Dinâmicos foi incluída nas pesquisas sobre cognição. Para Port e Van Gelder (1995) a abordagem dinâmica não é uma maneira completamente nova de fazer pesquisa que se isola das já existentes (e seus paradigmas) na ciência cognitiva com a expectativa de as descartar. É sim ver uma maneira de refazer o mapa conceitual da ciência cognitiva usando as profundas similaridades entre as diferentes formas de pesquisa que existem. Nisso reconhecemos a forma na qual Andy Clark expressa suas considerações e que reforçam nossa interpretação de seu trabalho como um projeto filosófico integrador (COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019; PORT; VAN GELDER, 1995). Para melhor compreender a visão de sistema dinâmico aplicado à modelagem do sistema cognitivo trazemos do original a citação:

[...] dynamical systems are complexes of parts or aspects which are all evolving in a continuous, simultaneous, and mutually determining fashion [...] If cognitive systems are dynamical systems, then they must likewise be complexes of interacting change. Since the nervous system, body, and environment are all continuously evolving and simultaneously influencing one another, the cognitive system cannot be simply the encapsulated brain; rather, it is a single unified system embracing all three [...] The cognitive system does not interact with the body and the external world by means of periodic symbolic inputs and outputs; rather, inner and outer processes are coupled, so that both sets of processes are continually influencing each other. Cognitive processing is not cyclic and sequential, for all aspects of the cognitive system are undergoing change all the time²³ (PORT; VAN GELDER, 1995, p. 13).

Ainda com base nos mesmos autores extraímos a noção de que a abordagem dinâmica é uma forma de reorganizar conceitualmente a ciência cognitiva com um interesse central de compreender os sistemas cognitivos naturais, dentro da

²² “[...] a ciência cognitiva contemporânea está em um estado de fluxo” (tradução nossa).

²³ “[...] sistemas dinâmicos são conjuntos de partes ou aspectos envolvidos de maneira contínua, simultânea e mutuamente determinante [...] se sistemas cognitivos são sistemas dinâmicos, devem ser conjuntos de mudança interativa. Posto que o sistema nervoso, o corpo e o ambiente estão continuamente envolvidos e simultaneamente influenciando um ao outro, o sistema cognitivo não pode ser apenas o cérebro isolado, antes, é um campo unificado que abrange os três [...] tal sistema não interage com o corpo e o ambiente por meio de símbolos periódicos de input e output, antes, os processos internos e externos são acoplados, de forma que ambos os processos estão continuamente influenciando uma ao outro. Processos cognitivos não são cíclicos e sequenciais, para todos os aspectos do sistema cognitivo acontecem mudanças todo o tempo” (tradução nossa).

evolução biológica. Ou dito de outra forma, é uma maneira de investigar a cognição como um fenômeno do mundo natural e os sistemas cognitivos naturais são entidades complexas em constante interação com os seus ambientes, constituindo desta maneira um sistema unificado, sendo essa a orientação teórica geral para os dinamicistas da ciência cognitiva (PORT; VAN GELDER, 1995).

Entendemos que o argumento principal de uma visão dinamicista é a ideia de que o que caracteriza um sistema é que seus aspectos (ou subsistemas), de algum modo, permanecem unidos e interagem mutuamente, sendo assim, a mudança em um é decorrente do que acontece no outro (causação circular). Ainda, se algo no mundo integra esse conjunto, passa a ser parte do mesmo conjunto. Aqui verificamos a clara influência da visão dinamicista na perspectiva de cognição distribuída de Clark, como também se torna evidente em “[...] changing factors external to the system do in fact affect how the system behave²⁴” (PORT; VAN GELDER, 1995, p. 6). Esses mesmos autores colocam que a perspectiva dinamicista é uma visão alternativa de como a ciência cognitiva pode ser realizada apesar das muitas diferenças nas abordagens, conexionista, psicologia ecológica, neurociência, psicologia do desenvolvimento, psicologia cognitiva, neurociência cognitiva, uma vez que a abordagem dos sistemas dinâmicos oferece um arcabouço geral para uma investigação exitosa dentro de um mesmo paradigma na ciência cognitiva (CLARK, 1997b; PORT; VAN GELDER, 1995).

Também como já visto, após um domínio de trinta anos da Inteligência Artificial clássica (velha guarda) baseada no paradigma computacional que modela a cognição como uma manipulação sequencial de estruturas simbólicas, esse paradigma ficou desgastado e insuficiente para explicar satisfatoriamente a cognição humana. Atualmente muitos investigadores na ciência cognitiva pesquisam alternativas teóricas nas quais desenvolver modelos e descrições. Entre as alternativas, merece destaque por sua relevância difusão a abordagem de sistemas dinâmicos (CLARK, 1997b; PORT; VAN GELDER, 1995).

Desta maneira é que na investigação contemporânea dos sistemas cognitivos as pesquisas incluem as ideias dos sistemas dinâmicos. Os conceitos e ferramentas dos sistemas dinâmicos não são novos, pois foram proeminentes no período cibernético das origens da ciência cognitiva. Atualmente a combinação entre o

²⁴ “[...] mudar fatores externos do sistema afeta o comportamento do sistema” (tradução nossa).

desgaste do paradigma computacionalista clássico e a perspectiva profundamente diferente sobre a cognição que o campo dos sistemas dinâmicos oferece para a investigação da natureza dos sistemas cognitivos propiciou um avanço crescente nas investigações sobre a cognição usando os conceitos dos sistemas dinâmicos. Os dinamicistas das diferentes áreas da ciência cognitiva não compartilham apenas da linguagem matemática, pois tem em comum uma visão de mundo característica. Ao que interpretamos como uma abordagem integrativa, que não isola os componentes de um dado fenômeno, mas os vê em interrelação necessariamente (CLARK, 1997b; PORT; VAN GELDER, 1995). De nossa parte entendemos que na construção de seu projeto filosófico Andy Clark usa abundantemente dos insights compartilhados pelos dinamicistas ao investigar sobre a cognição humana.

Queremos salientar como a principal marca da abordagem da teoria dos sistemas dinâmicos aplicada ao estudo da cognição o fato de considerar que os processos cognitivos abrangem o cérebro, o corpo e o ambiente do agente cognitivo como subsistemas de mútua influência causal circular e, por isso, compreender a cognição é compreender a interação entre eles. Isso sustenta a perspectiva de que os processos cerebrais internos são tão cognitivos quanto a excussão de movimentos coordenados ou a natureza do ambiente na qual a cognição acontece. Dessa forma, a interação entre os processos internos e o mundo externo não é periférico à cognição, é isto sim o próprio material no qual a cognição se constitui (CLARK, 1997b; PORT; VAN GELDER, 1995).

A visão dinâmica explica que o sistema cognitivo não se resume ao cérebro interior e isolado, que realiza a manipulação de estruturas representacionais estáticas. É sim um sistema dinâmico, um sistema integral composto pelo sistema nervoso, a estrutura corporal do agente e o contexto ambiental no qual este está inserido que conforma uma estrutura unificada de mútua influência entre seus componentes. O que fica muito bem expresso na frase “[...] the cognitive system does not interact with other aspects of the world by passing messages or commands; rather, it *continuously coevolves* with them²⁵” (PORT; VAN GELDER, 1995, p. 9, grifo nosso), desta forma encontramos total ressonância entre a abordagem dinamicista e a noção de cognição distribuída de Andy Clark.

²⁵ “[...] o sistema cognitivo não interage com os aspectos do mundo através de passar mensagens ou comandos, antes, ele continuamente coevolui com eles” (tradução nossa).

Quanto as questões sobre as disputas entre aqueles que consideram a noção de representação interna válida para a pesquisa da cognição e os outros que não compartilham dessa posição encontramos que embora os modelos dinamicistas da cognição não sejam fundamentados na noção de transformação de estruturas simbólicas representacionais, eles permitem espaço para a noção de representação quando se relacionam com os conceitos de estados, padrões, parâmetros, trajetórias e assim, podem ‘armazenar’ conhecimento que influencia seu comportamento. E nesse debate sobre a noção de representação no interior das abordagens dinamicistas Clark se posiciona sugerindo cautela, com propósito próprio de desenvolver uma estrutura teórica que favoreça futuras (e construtivas) discussões. Seu intento é abrir espaço para opções intermédias nas que a abordagem de sistemas dinâmicos e a tradição representacional possam se complementar oferecendo novas perspectivas no estudo do sucesso adaptativo que caracteriza o processo cognitivo (CLARK, 1997b; PORT; VAN GELDER, 1995).

Como já vimos nesta tese, é incontroverso que as atividades neurais dos cérebros biológicos constituem os processos cognitivos internamente. Sendo que as sinapses, neurônios, circuitos neuronais tem suas melhores descrições a partir dos sistemas dinâmicos, conforme já expressamos através da noção de sistema nervoso como naturalmente complexo. Então, nesse ponto constatamos que a abordagem dos sistemas dinâmicos, ou complexos, é adequada como ferramenta de trabalho para a investigação tanto de como o sistema nervoso funciona quanto de como o processo cognitivo pode ser explicado. Na nossa concepção, o trabalho de Andy Clark reflete o uso abundante que ele faz dessas noções de sistemas dinâmicos na construção de sua perspectiva sobre cognição humana, ou seja, de seu projeto filosófico integrador (CLARK, 1997a, 2001a, 2003; COLOMBO; IRVINE; STAPLETON, 2019).

4.3 GRUPO 3: – A CIÊNCIA DA COGNIÇÃO CORPORIFICADA

Como vimos no capítulo sobre o panorama histórico desta tese, a construção teórica de Clark, embora não exclua as noções de computação e de representação interna, se afasta da ideia da cognição como sendo uma linguagem desvinculada da base corporal e assume a posição de que essa se forma em base a estrutura particular dos corpos biológicos que incluem o órgão cerebral e suas redes neurais.

Complementando o anterior, o autor também refere que a ciência cognitiva necessita se ocupar com o cérebro biológico para alcançar uma melhor compreensão da mente, por isso os programas de investigação devem então incluir a neurociência (CLARK, 1997a).

Com isso deixa de ser um fundamento metodológico o excessivo modelamento passivo do mundo pois as modelagens passam a ser constituídas conforme são necessárias para um determinado comportamento em tempo real. Modelos mais adequados, aponta o autor, necessitam da abordagem complementar entre a neurociência (informações sobre neuroanatomia e neurofisiologia) e a cognição (modelos da arquitetura cognitiva) (CLARK, 1997a).

Nesse sentido afirma ser importante e necessário compreender detalhadamente as contribuições de sistemas neurais específicos e as interações complexas entre essas diferentes redes neurais. Com objetivo de conhecer o que acontece em um cérebro biológico para que seja compreendida de que forma as relações corpóreas e ambientais estão relacionadas com a pesquisa sobre a cognição (CLARK, 1997a).

Continuando, estes agentes corporais percebem e atuam no seu ambiente local, inclusive o transformando em benefício de seu trabalho cognitivo. Entendemos que Andy Clark ao integrar as ferramentas explicativas de auto-organização, sistemas dinâmicos, enação com as noções de representação interna e computação constitui uma expressão não radical dentro da ciência cognitiva corporificada (CLARK, 1997a).

4.3.1 A ciência da cognição corporificada e situada

Selecionamos aspectos relevantes associados a visão da cognição corporificada de Andy Clark. Começamos pela sua reflexão de que as pesquisas tradicionais sobre a inteligência podem ter sido equivocadas ao propor a mente como um dispositivo de raciocínio lógico com a estrutura de um arquivo de dados e que caracterizou uma visão da mente incorpórea, intelectual e atemporal. Outro aspecto deficitário dessa abordagem clássica foi ignorar o fato de que as mentes biológicas são um órgão relacionado com o corpo também biológico que se movimenta no ambiente orientado a objetivos de preservação da vida sob a direção

da mente (cognição). Nesta abordagem as mentes biológicas evoluem para garantir isso e não são dispositivos dissociados das experiências corporais (CLARK, 1997a).

Especialmente de nosso interesse é quando o autor salienta que a pesquisa na neurociência cognitiva desvelou maneiras que os cérebros biológicos ativam neurônios e sinapses em resposta a desafios do ambiente respondendo de forma rápida e fluida com a geração de comportamentos orientados para a manutenção da vida. Deixa clara sua visão da natureza da cognição como biológica, dinâmica, complexa pois integra os processos internos que são as ativações das redes neurais de um órgão caracterizado por uma gigantesca capacidade adaptativa, i.e., plasticidade neural, com a constituição corporal do sujeito e o ambiente no qual este existe e age (CLARK, 1997a).

Ainda sobre a neurociência cognitiva expressa que ela revelou as maneiras diversificadas pelas quais a arquitetura celular e sináptica cerebral entra em ação para suprir os desafios que o existir em um contexto ambiental oferece continuamente aos organismos biológicos, especialmente, a um de constituição muito complexa que é o humano. Explicita a compreensão dos mecanismos neurais não lineares em base as complexas e multidirecionais circuitarias entre neurônios e interneurônios (outras células intermediárias - tanto neurônios quanto glias- e que participam dos processos) que resultam na modulação das atividades, contrariando a antiga visão de input-output (CLARK, 1997a).

Identificamos que a sua visão da mente como uma associação indissolúvel entre o corpo do agente, sua inserção no mundo (que interpretamos como o ambiente, a sociedade e a cultura) e a ação que o agente realiza, é apoiada na literatura científica oferecida pelos precursores da ciência da cognição corporificada Maturana e Varela já apresentadas por nós nesta tese. Nesse sentido, de modo especial se refere a *The Embodied Mind* (Varela; Thompson e Rosch, 1991) como sendo a raiz de várias tendências contemporâneas na ciência cognitiva que postulam uma visão integrativa nas pesquisas, que também o motivou a uma exploração própria dos modelos computacionais alternativos e a consolidação do seu particular interesse nos aspectos biológicos da mente e da cognição, por trazerem uma perspectiva empolgante e inovadora (CLARK, 1997a).

Desta forma, o que o autor vislumbra é o que ele próprio denomina como uma nova ciência da mente corpórea que se fundamenta como uma resposta adaptativa ao ambiente que advém do acoplamento entre o sistema cognitivo e seu nicho

ambiental que se estabelece através da percepção e da ação. Através disso é gerada uma inteligência flexível e prática, que tem suas raízes na natureza, na resposta às aferências provindas do ambiente externo e do próprio corpo. Ideias que foram entendidas como uma coerência das repostas do agente cognitivo ao ambiente que garante que este perceba, aja e se adapte em aras de garantir sua existência (CLARK, 1997a).

Na sua visão de sistema cognitivo integrado o cérebro é um sistema complexo no qual propriedades adaptativas emergem em relação a um contexto relacionado às estruturas e processos do corpo do agente e do ambiente no qual atua e do objetivo da ação. Neste órgão da mente, são formadas estruturas de controle neural que são qualquer circuito neural, estrutura ou processo cuja atividade primária é modular a atividade de outros circuitos, estrutura ou processo neural e assim controlar a economia interna, não participando da percepção de estados externos nem controlando o movimento do corpo. Esta capacidade neural de distribuir as atividades sinápticas muda a visão passiva da atividade do neurônio de apenas receber input, processar e codificar em um item que representa algo no mundo e gerar um output como resposta adequada ao problema que chegou pelo input, a clássica interpretação linear que é desafiada pelas observações neurocientíficas que demonstram padrões distribuídos de atividade neural reguladoras e colaboradoras no processo de adequação do organismo e ambiente (CLARK, 1997a).

A abordagem de Clark promove a ideia de uma conciliação entre o modelo clássico e o modelo mais radical de compreender a cognição. Para isso, a noção de representação interna permanece como ferramenta explicativa enquanto resposta de redes neurais em organismos ecologicamente inseridos. Uma posição que harmoniza diferentes modelos explicativos ao assumir que as mentes são necessariamente corporificadas e inseridas no ambiente e dependem de um cérebro que computa e representa (CLARK, 1997a).

Mesmo com a sua assumida posição a favor de uma cognição biológica, corporificada, situada e ativa ele não assume qualquer forma de radicalismo contrário a noção de representação interna. Notamos isso na citação direta diretamente do texto do autor:

Such radicalism, I believe, is both unwarranted and somewhat counterproductive. It invites competition where progress demands cooperation. In most cases, at least, the emerging emphasis on the roles of body and world can be seen as complementary to the search for computational and representational understandings²⁶ (CLARK, 1997a, p. 149).

Nos seus textos relacionados com as temáticas da corporificação esclarece a ideia da cognição natural/biológica como necessariamente corporificada, situada, engajada e dentro do transcurso do tempo. Por isso mesmo sustenta que os desafios cognitivos presentes na existência humana não são satisfatoriamente compreendidos apenas com a explicação de um arcabouço de processos internos independentes dos vários elementos e momentos que conjuntamente compõem tais soluções e declara que é necessário investigar a cognição na vida ativa, no que chamou de mundo real (CLARK, 1986, 1987, 1997a, 1999a, 1999b, 2007b, 2008a, 2008b).

Definindo que a cognição é situada enquanto relacionada com os aspectos do mover-se, agir e responder apropriadamente porque o mundo real é enriquecido e o ser humano é capaz de usar a estrutura disponível neste para aumentar ou substituir as representações internas, assim, indica que a organização física do ambiente externo também constitui a cognição do agente inteligente. Enfatizando que os processos cognitivos envolvem interdependências complexas entre o agente e seu ambiente com entrelaçamento entre as variáveis internas e ambientais (CLARK, 1987).

Isso porque o autor expressa que as atividades motoras são essenciais para a resolução das necessidades cognitivas do agente posto que as soluções aos problemas que desafiam o comportamento inteligente inerentes aos existir e ser constantemente desafiado cognitivamente são apoiadas nos recursos e ferramentas disponíveis no ambiente externo. Nesse sentido, a cognição humana precisa ser investigada considerando as capacidades motoras e manipulativas do agente em vistas a uma interdependência entre conteúdos cognitivos e ações motoras (CLARK, 1987).

Nessa altura de nossa narrativa, identificamos uma chave de entendimento na proposta de Andy Clark que é pensar a cognição como uma combinação entre uma

²⁶ “Eu creio que tal radicalismo é indesejado e contraproducente. Na maioria dos casos a ênfase emergente nos papéis do corpo e do ambiente podem ser vistos como complementares à pesquisa sobre as noções de computação e representação” (tradução nossa).

cogitação interna cerebral, somada às atividades motoras do agente e aos apoios físicos que o ambiente circundante oferece ao agente humano. Resumidamente temos que os processos internos são intimamente ligados com as ações motoras reais no ambiente e testam hipóteses gerando novos estados de atividades internas, i.e., computações ou cogitações (CLARK, 1987).

Por meio desta investigação constatamos que Clark também é um dos precursores da evolução da ciência cognitiva do paradigma cognitivista clássico para uma abordagem mais natural enquanto o estudo cuidadoso dos comportamentos inteligentes de agentes corporais, situados e atuantes. Assim vemos a posição claramente corporificada, situada, em ação na investigação filosófica do autor sobre a mente e a cognição que não se radicaliza como cerebralista mas tampouco anula os mecanismos cerebrais inerentes ao processo cognitivo humano. Sua posição é de integração dos múltiplos elementos constituintes do sistema cognitivo em uma síntese funcional (CLARK, 1997a, 2001a, 2003).

4.3.2 A enação

Consideramos que Clark usa as noções enativistas porque ele argumenta que a ligação entre a capacidade de ação e a experiência perceptiva humana é profunda e potente. Sendo que as adaptações perceptivas são dependentes da ação, e a antiga noção de que a percepção é um mecanismo passivo de recepção de informação é equivocada posto que “[...] our brains are not at all like radio or television receivers, which simply take incoming signals and turn them into some kind of visual or auditory display²⁷” (CLARK, 2003, p. 95), e assim perceber é agir e intervir. Porém não com uma abordagem radial que nega o valor explanatório das noções de computação e de representação interna.

Vemos que o autor considera que a proposta antirepresentacionista que sustenta o enativismo radical é um desafio importante pois estimula a pesquisa em cognição a ultrapassar os limites da abordagem clássica e traz alternativas práticas de modelar e compreender o comportamento adaptativo inteligente. Porém, por outro lado, ele sustenta que esta posição é superestimada. Sua indicação é a de que importa também ultrapassar a dicotomia representacionalismo/não

²⁷ “[...] os nossos cérebros não são como receptores de rádio ou televisão, que apenas capturam sinais que chegam e os transformam em algum tipo de manifestação visual ou auditiva” (tradução nossa).

representacionalismo para que se chegue a reconhecer o processo rico e gradual das diferentes noções de representacionalidade (CLARK; TORIBIO, 1994).

Sua proposta então, não é a de abolir a noção de representação interna da investigação e sim a de revisar as abordagens representacionalistas e dar expressão a novas maneiras de pensar sobre representação interna. Seu argumento aponta para uma conjugação indevida entre a noção geral de representação e a noção restritiva de representação explícita que possui conteúdo. Rever isso, e depurar a noção de representação enquanto linguagem-like, faz com que ela permaneça como um item essencial na busca da compreensão do comportamento dos sistemas inteligentes (CLARK; TORIBIO, 1994).

Como não se identifica com as posições enativistas radicais, aponta duas situações nas quais as representações se mantêm como uma noção explicativa útil que são (1) quando as informações oferecidas pelo ambiente são insuficientes para guiar o comportamento, e as situações são complexas e desordenadas e (2) processos cognitivos relacionados com o que está ausente, ainda não existente, como os que caracterizam o planejamento, a imaginação e a própria criação de algo novo. Argumentou também que os argumentos radicais são falhos pois se aplicam apenas a tipos de representação interna explícita portadora de conteúdo semântico (CLARK; TORIBIO, 1994).

Sua proposta é então a de uma aproximação entre um computacionalismo representacionalista moderado e a teoria dos sistemas dinâmicos como arcabouço teórico para compreensão da cognição. Definiu a noção de representação moderada como um estado interno rico em atividade e relacionado com variações de aferências que o ambiente oferece, e não como um verdadeiro símbolo semântico manipulável em um código de tipo 'escrito e lido' (CLARK; TORIBIO, 1994).

Sua sugestão é levar em consideração a maneira em que essa ferramenta explicativa pode ser interpretada. Propõe uma diferenciação entre o que chamou de representação interna codificada (*encoding-based*) – visão clássica, e representação interna organizada pela percepção e guiada para a ação (*control-oriented*) (CLARK, 1995). Para melhor visualização destas duas ferramentas explicativas, o Quadro 5 demonstra as noções sobre representação de acordo à Clark (1995).

Quadro 5 - A noção de representação no modelo clássico cognitivista e a noção alternativa proposta por Andy Clark (1995)

Representação que fundamenta o modelo clássico cognitivista.	Representação control-oriented. Uma alternativa ao modelo clássico cognitivista.
Sistema que faz a transdução da informação para gerar um modelo conceitualizado interno do mundo e depois gerar novas computações para ação.	Fundamentado na noção de um agente corporal e inserido no ambiente local, capaz de ação física real e com um contato sensorial com seu mundo ²⁸ .
Codificação e manipulação simbólica.	Expressada no modelo conexionista no qual a organização entre as unidades é orientada para a ação.
Representa o mundo como um conjunto de objetos, orientações e propriedades como a forma, o peso, a cor que independem da ação do organismo em seu meio.	Aproveita as características contextuais, temporais, ricas e detalhadas. De modo que um mesmo estímulo geral pode definir diferentes estados internos que permitem diretamente selecionar diferentes ações, em diferentes ocasiões. O que torna esse modelo de representação muito flexível e coerente com a ideia de inteligência e capacidade de escolha dos agentes humanos.
Este modelo tem como consequência a visão de que conhecer o mundo não significa agir sobre ele.	Conformam sistemas auto-organizados que diretamente usam as aferências sensoriais para selecionar ações, potencialmente apropriadas. O reconhecimento dos estados internos como representação orientada para ação se dá porque não existe distância entre a representação ativa do estado do mundo e o reconhecimento daquele estado do mundo como constituindo uma certa possibilidade de ação.
Modelo que gera a interpretação da cognição enquanto um processo passivo e mecânico pré-determinado. Um mero espelhamento das características fixas	Pesquisas em cognição que partem da perspectiva orientada para ação dizem respeito a considerar o agente cognitivo, i. e., aquele que conhece, em sua estrutura

²⁸ Mundo-de-percepção e mundo-de-ação constituem uma unidade íntegra - o mundo-próprio do sujeito (VON UEXKÜLL, 1998, p. 25).

<p>dos objetos através da construção de símbolos internos cerebrais a serem manipulados para como resultado dessa manipulação (processamento de dados) gerar conhecimento.</p>	<p>corporal (embodied) e em sua inserção no ambiente (embedded). Conhecer não é somente pensar abstratamente, é sim consumir as affordances enquanto oportunidades para a ação que constituem o conhecer e o pensar. Quando eu conheço é a partir de mim mesmo e das relações entre meu corpo e onde existo, aferências sensoriais que ativam redes neurais que se auto-organizam para fazer emergir o conhecer e o pensar.</p>
	<p>Assumir que os humanos pensam de forma linguística, não é o mesmo que identificar o que acontece no cérebro como sendo um processo equivalente. Para exemplificar considere-se o pensamento pré-linguístico das crianças nos dois primeiros anos de vida como indicativo do que acontece no organismo biológico que permite conhecer e pensar mesmo antes da aquisição da linguagem. Sendo a linguagem adquirida por experimentação no ambiente social e cultural no qual a criança está inserida.</p>
	<p>Representam o mundo diretamente como um conjunto de possibilidades para a ação. Desta forma conhecer o mundo é conhecer quais possibilidades ele “affords” para ação e para a intervenção.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Andy Clark (1995).

A concepção *control-oriented* de representação interna se caracteriza porque identifica como problema fundamental da cognição a produção de ações apropriadas em tempo real em função de estímulos ambientais reais. Abrir-se ao que acontece no entorno e responder com uma cognição que é adaptativa e flexível e não pré-determinada e inflexível. Essa abordagem considera a organização interna desse comportamento adaptativo não como consequência dos processos inferenciais

clássicos e sim como a resposta do sistema e redes neurais que decorrem do acoplamento entre o organismo e o ambiente definindo o comportamento orientado pela ação que se mostra necessária e adaptativamente eficiente (CLARK, 1995).

Nosso autor argumenta que não é necessário negar que estados internos existam e sejam fundamentais para o comportamento exitoso bem como dignos de serem objetos de estudo. Assim, sua posição é a de que estados internos orientados ao controle da ação (*control-oriented*), constituem um modelo genuíno como alternativa ao estilo codificação, manipulação e codificação clássica. São representações internas porque são estados internos que são selecionados para entrar em atividade quando o entorno no ambiente apresenta certa disposição que gera uma interação entre as disposições do ambiente, i.e, *affordances*, e o comportamento que o agente realiza. O autor defende assim a noção de representação enquanto uma ação orientada pela percepção e não como fruto de uma computação simbólica isolada no cérebro do tipo linguística (CLARK, 1995).

Com base nessa alternativa também interpretamos que as capacidades que englobamos na ideia mente resultam de um processo de conexão indissociável do agente, como sistema corpóreo cognitivo, com o ambiente onde atua e ao qual percebe. Desta forma cogitações existem no organismo que ocupa espaço e se organiza no tempo, é corporificado e colocado em interação na sua realidade física circundante. Isto sugere a possibilidade de que as representações internas se relacionem temporalmente com o que é necessário que o agente resolva a cada momento diferentes situações. De acordo a esta abordagem, as representações são parciais e transitórias (CLARK, 1995). Neste sentido é relevante a passagem que escolhemos transcrever integralmente:

The future progress of cognitive science looks set to involve ever-increasing efforts to anchor research to the real world poles of sensing and acting. Thus anchored, time, world and body emerge as significant players in the cognitive arena. How could we ever have forgotten them?²⁹ (Clark, 1995, p. 101).

²⁹ “O progresso futuro da ciência cognitiva parece envolver crescentes esforços para apoiar as pesquisas nos polos da ação e da percepção do mundo real. Assim apoiados, tempo, mundo e corpo emergem na arena cognitiva como jogadores importantes. Como poderíamos os ter esquecido? (tradução nossa).

4.3.3 A cognição distribuída

A noção de cognição distribuída, abordagem na qual Clark é um ativo colaborador, é sustentada no fato de que os humanos usam recursos tecnológicos (ferramentas como canetas, papéis, computadores) e culturais (palavras e textos) como armazenadores externos das ideias nascidas nos cérebros biológicos. Para ele tais ferramentas, palavras, símbolos e diagramas são andaimes que participam das rotinas de comportamento inteligente que foram adquiridas pelos agentes cognitivos através da relação de seus cérebros biológicos com esses elementos disponíveis no ambiente social enriquecido pela linguagem, e que desenvolveram, por isso, estratégias computacionais internas que são o produto da manipulação destes meios externos (CLARK, 1999b).

Encontramos boas chaves de entendimento da tese da mente distribuída, ou Extended Mind preconizada por Clark e Chalmers (1998) no livro *Natural-Born Cyborgs: minds, technologies, and the future of human intelligence*. Neste, Clark (2003) nos explica que se apoia em muitas ideias e programas de pesquisa bem estabelecidos para colocar em contato desenvolvimentos tecnológicos recentes com antigas questões de quem, o que e onde nós (seres humanos) somos e estamos (CLARK, 2003).

Um dos aspectos que vamos dar destaque é o argumento de que os seres humanos são tecnologicamente simbólicos porque o seu pensar, o seu raciocinar, são distribuídos entre o cérebro biológico e os elementos externos não biológicos que juntos conformam uma rede, um circuito interdependente. É por isso que nos diz que os agentes humanos são naturalmente Cyborgs sendo esta talvez uma natureza distintiva da condição humana, que inclui a estruturação e uso da fala, da escrita, recursos de imagem, símbolos numéricos que são mais do que meros armazenamentos externos, porque fazem parte do próprio sistema cognitivo humano, constituem ativações cognitivas nas quais a arquitetura da mente humana é transformada, é alterada. Nesse sentido o que melhor explica a inteligência humana é precisamente essa habilidade de entrar em relação profunda e complexa com os apoios e estruturas não biológicas do ambiente e tornam-se parte do próprio aparato computacional que também constitui a mente (CLARK, 2003).

Com essa perspectiva, a própria noção de cognição humana passa por uma revisão posto que investigá-la nos limites dos processos intracerebrais (*brainbound*)

se torna insuficiente, embora necessários. Aqui novamente acessamos algo do projeto integrador deste filósofo dedicado a compreensão da cognição humana, mesmo que o processo cognitivo não se restrinja aos limites ‘do crânio’ e ‘da pele’ do agente, os processos internos e externos conjuntamente e de modo complementar compõem o sistema cognitivo do mesmo (CLARK, 2003). Nesse sentido, trazemos a citação conforme texto original:

[...] we are essentially active, embodied agents, not disembodied intelligences that simply manipulate or animate our biological bodies [...] the forms of our embodiment, action, and engagement are not fixed. New technologies can alter, augment, and extend our sense of presence and of our own potential for action³⁰ (CLARK, 2003, p. 114).

Em sua argumentação de que o processo cognitivo humano é distribuído e híbrido (biotecnológico), o filósofo diz que para além de conteúdos conscientes os cérebros humanos tem muitas circuitarias neurais ativas não-conscientes e que são afetadas pelas múltiplas aferências sensoriais advindas das atividades de cada agente no seu mundo próprio e que influenciam os processos conscientes de forma que “ [...] many processes involved in the selection and control of actions are routinely off-loaded, by the biological brain, onto the nonbiological environment³¹” (CLARK, 2003, p. 136). O que se destaca na citação que trazemos para expressar a interpretação disponibilizada pelo autor:

Taking all this nonconscious cognitive activity seriously is, however, already to take the crucial step toward understanding ourselves, in the very deepest sense, as biotechnological hybrids. The relations between our conscious sense of self (our explicit plans and projects, and our sense of our own personality, capacities, bodily form, location, and limits) and the many nonconscious neural goings-on, which structure and inform this cognitive profile, are pretty much on a par with the relations between our conscious minds and various other kinds of transparent, personalized, robust, and readily accessed resources³² (CLARK, 2003, p. 135).

³⁰ “[...] somos agentes essencialmente corporais e ativos, não inteligências incorpóreas que manipulam ou animam nossos corpos biológico [...] as formas da nossa corporificação, ação e engajamento não são fixas. Novas tecnologias podem alterar, ampliar, e estender nosso senso de presença e nosso potencial para ação” (tradução nossa).

³¹ “[...] muitos processos envolvidos na seleção e no controle das ações são rotineiramente descarregados do cérebro biológico e colocados nos elementos não biológicos do ambiente” (tradução nossa).

³² “Considerar seriamente estas atividades cognitivas inconscientes é nos dirigir para a compreensão de sermos entes biotecnológicos híbridos. A relação de nosso senso de self (nossos planos, projetos, nosso senso de personalidade própria, de nossas capacidades, forma corporal, localização e limites) com os processos neurais inconscientes, que estruturam e informam este

Como já visto nesta tese, o artigo considerado seminal dentro da cognição distribuída, é *The Extended Mind* de Clark e Chalmers (1998). Vamos agora apresentar algumas ideias de nosso interesse cotejadas deste artigo. O eixo deste texto é defender a visão de que os processos cognitivos não estão restritos ao cérebro, que para além do que ocorre internamente, as manipulações que o agente executa dos meios externos, que são então ferramentas cognitivas, também constituem a cognição (CLARK; CHALMERS, 1998).

Os autores advogam por isso em favor de um externalismo ativo associado à participação do ambiente como guia para tais processos. É assim que foi exposta a ideia de um acoplamento entre organismo humano e elementos externos com uma interação de duplo sentido que conforma um sistema cognitivo distribuído (CLARK; CHALMERS, 1998).

Suas argumentações sustentam que todos os componentes de tal sistema têm um papel causal ativo e por isso governam conjuntamente o comportamento humano. A ponto de que se o elemento externo for removido do conjunto a competência do comportamento gerado pelo sistema decai (CLARK; CHALMERS, 1998).

Para tanto consideram que o ambiente oferece meios físicos e simbólicos que são aproveitados pelo agente cognitivo humano para aquisição de conhecimento, por isso os autores denominam de ação epistêmica a esse modo de ativamente, i.e., por reconhecimento e busca, usar de suportes externos para qualificar as habilidades cognitivas ao mesmo tempo que enriquece o ambiente com mais suportes que favoreçam a economia interna durante os desafios cognitivos (CLARK, 1999b; CLARK; CHALMERS, 1998).

Nesses parágrafos vemos a influência dos temas abordados no tópico anterior sobre biologia nesse mesmo capítulo, especificamente as noções de epistemologia evolutiva de Campbell e a de mundo-próprio de Von Uexküll. Consideramos estas importantes ferramentas teóricas para que possamos acompanhar a visão de sistema cognitivo híbrido que o trabalho de Clark disponibiliza para o campo de investigação da ciência cognitiva (CLARK, 1995, 2003; VON UEXKÜLL, 2001; WUKETITS, 2001).

perfil cognitivo, está em coerência com a relação entre nossas mentes conscientes e vários outros tipos de recursos prontamente acessados, transparentes e robustos” (tradução nossa).

Com estas ferramentas podemos compreender o que a proposta distribuída defende enquanto uma maneira de abordar a cognição que transcende os limites da pele e do crânio do agente cognitivo e assume uma conexão inextricável com os recursos ambientais e a capacidade do sujeito em explorar ativamente tais recursos. Ultrapassando assim a noção clássica enquanto processamento de informações fixas tipo código simbólico para uma interação dinâmica entre aferências ambientais, atenção participativa e exploratória do ambiente e circuitos neuronais plásticos todos interagindo na emergência das capacidades cognitivas humanas (CLARK, 1995, 2003; VON UEXKÜLL, 2001; WUKETITS, 2001).

Também trazemos como argumento complementar para a perspectiva da cognição distribuída de Clark algumas noções que extraímos de Varela (1999) quando diz que:

The mind is not in the head [...] as a consequence of the rediscovery of the importance of embodiment [...] what mind is all about [...] it is a deep co-implication, a co-determination of what seems to be outside and what seems to be inside [...] in order to have a mind you have to have an active handling and coping with the world, then you have an embedded and an active phenomenon and whatever you call an object, a thing in the world, chairs and tables, people and faces and so on, is entirely dependent on this constant sensory motor handling. You cannot just see the object as independently being 'out there'³³ (VARELA, 1999, p. 72).

Desta forma vemos uma convergência entre o externalismo ativo da cognição distribuída apresentada por Clark e Chalmers (1998) com a noção de participação ativa (*active handling*) presente na citação direta que acima inserimos. Para nós esta perspectiva desafia a tradição cerebralista e promove o entendimento dos progressivos aprimoramentos cognitivos que acontecem no agente situado e que dispões de ferramentas culturais, sociais e tecnológicas uteis para compreender e interagir com seu meio (CLARK; CHALMERS, 1998; VARELA, 1999).

Isso a nosso ver, é uma abordagem coerente que sustenta a cognição não como o resultado apenas dos processos cerebrais, mas de uma integração de diferentes elementos constituintes que por sua interrelação transcendem os limites

³³ “A mente não está na cabeça [...] como uma consequência da redescoberta da importância da corporalidade [...] o que a mente é [...] é uma profunda implicação mútua, uma co-determinação do que parece ser externo e o que parece ser interno [...] para se ter uma mente é necessário ter uma participação ativa e interagir no mundo, de forma a gerar um fenômeno situado e ativo e o que seja que chamemos objeto, ou coisa no mundo, cadeiras e mesas, pessoas e rostos e assim por diante, é inteiramente dependente desta participação sensório-motora. Não podemos ver os objetos como coisas independentes ‘lá fora’ (tradução nossa).

do cérebro e se distribuem através das ações humanas incluindo as ferramentas e apoios exteriores. Desde o uso de aparatos físicos como papéis, canetas ou computadores, até elementos gráficos e simbólicos, e instituições e outras pessoas com as que o sujeito entra em contato (CLARK, 2003).

Resumidamente, o processo cognitivo se apoia nos elementos externos que estão à disposição de um agente que é corporal, situado e que ativamente explora os recursos disponíveis em seu ambiente (mundo-próprio). Para reforçar essa visão oferecemos a transcrição de um trecho do texto original

The biological brain is just a part (albeit a crucial and special part) of a spatially and temporally extended process, involving lots of extraneural operations, whose joint action creates the intellectual product³⁴ (CLARK, 1999b, p. 13).

Para nós o que é explicado com tais argumentos é que as atividades computacionais cerebrais, e por tais nos entendemos as ativações neuronais em consequência as aferências externas e intrínsecas, são arquiteturas definidas por sua implementação biológica através das interações entre fatores neurais, corporais e ambientais. Sendo que para os humanos, em termos do ambiente, os dispositivos materiais e simbólicos disponíveis são constituintes da cognição. Fazendo com que a visão de capacidades mentais incorpóreas deixe de ser o melhor modelo explicativo da cognição humana, justamente por assumir que se trata de um processo que se estrutura no fato de que os agentes corporais e situados exploram as estruturas e meios circundantes bem como agregam novos meios e estruturas para o próprio benefício cognitivo. A essas reflexões vamos somar outra contribuição do autor que para nós é muito adequada, que diz respeito a considerar o cérebro biológico não apenas como um órgão apenas da razão, mas como o órgão da ação orientada e da ativa exploração de recursos para solução de problemas (CLARK, 1999b).

³⁴ “O cérebro biológico é uma parte (ainda que crucial e especial) de um processo distribuído espacial e temporalmente, que engloba muitas operações extraneurais, que junto com a ação gera o produto intelectual” (tradução nossa).

4.4 A VIABILIDADE DE UM PROJETO INTEGRATIVO EM FILOSOFIA DA CIÊNCIA COGNITIVA

Finalizando este capítulo dizemos que as noções das diferentes áreas que trouxemos para nossa exposição sobre o projeto filosófico integrativo de Clark não são elementos isolados num mosaico desconexo. Vemos que o autor tece com cada uma delas um corpo coeso de argumentos mutuamente apoiados, chamamos a isso de uma unidade múltipla e plural que aponta um caminho para a compreensão da cognição biológica, corporificada, situada, enativa e distribuída que não exclui a noção de computação em relação as arquiteturas internas cerebrais e tampouco o faz com a ferramenta explicativa de representação, embora dê uma nova interpretação a ela. Neste contexto defende que os cérebros biológicos não criam modelos internos precisos e fixos uma vez que o ambiente é uma fonte de aferências contínuas disponíveis para o momento no qual sejam necessárias (CLARK, 2003).

Para Clark (2008b) as diferentes abordagens de investigação na ciência cognitiva, a saber, computacional, representacional, informacional, de sistemas dinâmicos, tem elementos complementares que estruturam uma ciência madura. E acrescenta que o estudo da mente abrange uma variedade de paradigmas explicativos cujo ponto de convergência reside na produção de comportamento inteligente (CLARK, 2008a b).

Complementando sua reflexão escreve que como filósofos e cientistas cognitivos se pode e inclusive se deve conhecer as diferentes perspectivas assumindo que cada uma é como uma lente apta a destacar certas características e contribuições. Segue com a recomendação aos interessados nas ciências cognitivas “[...] to stop worrying and enjoy the ride³⁵” (CLARK, 2008b, p. 139). Para nós essa abordagem se aplica às características desse campo de pesquisa, como articulamos no capítulo sobre a sua origem e a evolução, que é multidisciplinar, interdisciplinar, heterogêneo e em evolução. Esta citação apoia nossa compreensão dessa perspectiva:

Work on embodiment, action, and cognitive extension likewise invites us to view mind and cognition *in a new and, I believe, illuminating manner*. Such work invites us to cease to unreflectively privilege the inner, the biological,

³⁵ “[...] paremos as preocupações e iniciemos [..] a aventura” (tradução nossa).

and the neural. This in turn should help us better understand the nature and importance of the inner, biological, and neural contributions themselves³⁶ (Clark, 2008b, p. 218).

Ainda, nesse sentido, encontramos no trabalho do autor que a orientação da corporificação, da ação, e da cognição distribuída são compreendidas em continuidade com as abordagens computacional, representacional e informacional para a investigação da mente e da cognição e que essa é a expressão da maturidade do campo de pesquisa (CLARK, 2008b). Nos seus escritos o autor nos faz perceber que a participação do cérebro biológico no processo cognitivo é de mediador de vários e complexos processos de interação, continuamente comunicando os demais elementos do sistema cérebro-corpo-ambiente-recursos. Sendo esse amplo sistema de interações contínuas que constitui a capacidade de comportamento inteligente do ser humano (CLARK, 2003).

Especialmente quando considera a cognição distribuída aponta para a questão de que os humanos, através da cultura, incrementam o cérebro biológico para lidar com questões progressivamente mais complexas. Isso acontece através da exposição aos símbolos externos, fato que modifica a arquitetura cerebral, e que, ao longo do tempo, a reorganiza e estabiliza novos padrões conectivos. Os mecanismos de plasticidade neural permitem a modificação das conexões e ativações sinápticas de acordo às oportunidades que o ambiente, a sociedade e a cultura oferecem, então, o processo cognitivo usa os padrões e aprendizados prévios ao mesmo tempo que forma novas arquiteturas para sustentar novos aprendizados, o que caracteriza um sistema aberto, dinâmico e flexível (CLARK, 1986, 2001b, 2003, 2007b,). No original:

More so than any other creature on the planet, we humans are natural-born cyborgs, factory tweaked and primed so as to participate in cognitive and computational architectures whose bounds far exceed those of skin and skull³⁷ (CLARK, 2001b, p. 138).

Acreditamos que o projeto filosófico integrativo de Andy Clark seja exitoso. Nele vemos claramente a integração das perspectivas neurobiológicas,

³⁶ “[...] trabalhar com as noções de corporificação, ação, e extensão cognitiva nos convida a ver a mente e a cognição de uma maneira nova e esclarecedora. Cessando privilégios ao interno, biológico e neural e em contrapartida pode nos fazer melhor os compreender.” (tradução nossa).

³⁷ “Mais que qualquer outra criatura no planeta, nós humanos somos naturalmente cyborgs, originalmente habilitados para participar em arquiteturas computacionais e cognitivas cujas fronteiras ultrapassam a pele e o crânio” (tradução nossa).

computacionais e cognitivas. Entendemos que o autor coloca em comunicação, na sua construção teórica, noções importantes da cognição corporificada, situada e enativa, o que colabora fortemente na concepção da hipótese distribuída. Ao mesmo tempo não exclui o elemento neurobiológico; seu aspecto evolutivo, seus mecanismos funcionais e sua plasticidade natural e complexidade; do sistema cognitivo (CLARK, 1986, 2001b, 2003, 2007b).

Como consequência origina um argumento contra o que ele chama abordagem cerebralista (*brainbound*) a favor da abordagem de sistema cognitivo integrado. Para nós essa é uma forma válida e bem constituída para que pensemos a cognição numa perspectiva ampliada e integradora (CLARK, 1986, 2001b, 2003, 2007b).

Sua metodologia filosófica se apresenta como uma abordagem integradora na qual busca relações somativas entre os aspectos que são complementares nas diferentes fases das investigações sobre a cognição humana. Faz adaptações coerentes com as novas descobertas e novas abordagens conforme estas convergem para a sua própria construção compreensiva desse fenômeno complexo e intrigante que é a capacidade humana de conhecer e agir de modo eficiente em um ambiente inconstante e com desafiadoras oportunidades para a ação.

5 NOVAS FERRAMENTAS DE INVESTIGAÇÃO: PLURALISMO EXPLANATÓRIO, EPISTEMOLOGIA INTEGRATIVA, COMPLEXIDADE

Ao longo deste trabalho, tem sido possível dedicar um olhar cuidadoso sobre a origem e evolução deste recente campo de investigação científica que é a ciência cognitiva. Consideramos que ele é em si inovador desde sua origem pois rompe com a noção de impossibilidade de estudarmos a mente como um elemento constitutivo da natureza material dos agentes cognitivos (inteligentes) e se fundamenta na interdisciplinaridade, que traz em si o contato e o compartilhamento de conhecimentos entre visões diferentes de um dado fenômeno da natureza. Nos anos de seu desenvolvimento, estabelece avanços conceituais variados e importantes, também tecnológicos, e consolida o campo de pesquisa (CLARK, 2001a; GARDNER, 1988; GENTNER, 2019; MILLER, 2003).

Dentro da interdisciplinaridade, no capítulo três, nosso olhar destacou a neurociência e sua contribuição para o campo. Verificou-se que o avanço na pesquisa neurocientífica transformou este campo, contribuindo com dados biológicos e experimentais importantes. Ao mesmo tempo, fica evidente que apenas os achados neurocientíficos sobre a forma e a função cerebrais não são suficientes para abranger o sistema cognitivo de modo global, ainda mais se considerarmos que muito ainda resta a ser descoberto sobre o próprio funcionamento do sistema nervoso central (CRICK, 1994; KANDEL; SQUIRE, 2001).

No quarto capítulo, nosso foco foi a proposta filosófica integrativa de Andy Clark. Neste vimos a flexibilidade que o autor emprega na construção de suas teorias sobre a cognição, que culminam na ideia de cognição distribuída, que só é compreensível se modificarmos nosso hábito de pensar a cognição como um mecanismo restrito ao cérebro e adotarmos a ideia de sistema cognitivo (CLARK, 1997a, 2003; CLARK; CHALMERS, 1998).

Neste quinto capítulo, o último de nossa própria empresa de aprimoramento cognitivo, iniciamos com a ideia de Clark (2001b) quando diz que a mudança de milênio nos convida a parar e a refletir sobre o que já conhecemos e nos perguntarmos para onde seguir daqui em diante. No contexto do autor, essa questão é dirigida aos filósofos da mente, em especial aos que trabalham no paradigma naturalizado que os nutre de explicações científicas sobre a cognição humana (CLARK, 2001b).

E nosso autor traz interessantes questões: a ciência cognitiva corporificada, situada, enativa, distribuída e descentralizada simplesmente perde de vista o próprio objeto de investigação? Ou fornece uma nova acepção sobre como a cognição se constitui? (CLARK, 2001b). Essas são as questões que fomentam nosso trabalho intelectual no presente capítulo.

5.1 ENFIM, O QUE É COGNIÇÃO?

O trabalho da mente distribuída que Andy Clark defende recebe várias críticas. Algumas das quais abordamos a seguir. A essas críticas, Clark responde em direção à noção de sistema cognitivo em detrimento da identidade da cognição como atividade neural exclusivamente. Embate este muito frutífero na nossa visão, pois mexe nos alicerces até agora bem constituídos de que mente é algo restrito ao cérebro e que conhecer, portanto é um ato apenas cerebral. Nesse sentido, transcrevemos do original a voz de Clark (2001 b):

[...] a suitable project for the new Millenium is to radically reconfigure our image of human rationality. Such a project is already underway, within the Cognitive Sciences, under the umbrellas of work in Situated Cognition, Distributed and Decentralized Cognition, [...] Such approaches, however, are often criticized for giving certain aspects of rationality too wide a berth¹ (CLARK, 2001b, p. 121).

5.1.1 Novamente a cognição distribuída e descentralizada

Gershenson (2002) relaciona diferentes pesquisadores e filósofos que compartilham a perspectiva do externalismo ativo (CHIEL; BEER, 1997; CLARK, 1997a; HAUGELAND, 1998; MATURANA; VARELA, 1995; ROWLANDS, 2009) e defendem que a mente e a cognição não são restritas ao cérebro porque se distribuem entre este, o corpo, o ambiente e os elementos epistêmicos disponíveis no ambiente. Também está bem definida uma outra fronteira na qual estão aqueles que argumentam que a mente é exclusivamente cerebral (ADAMS; AIZAWA, 2001, 2010; RUPERT, 2004), mesmo quando fortemente relacionada com o corpo e o ambiente. Seguindo a abordagem de Gershenson (2002a), temos que o principal

¹ “Um projeto oportuno para o novo milênio é a reconfiguração radical da imagem da racionalidade humana. Tal projeto já está em curso na ciência cognitiva sob o escopo do trabalho da cognição situada, distribuída, descentralizada [...] tais abordagens são, entretanto, frequentemente criticadas por ampliarem em demasia certos aspectos da racionalidade” (tradução nossa).

desacordo entre a interpretação distribuída e centralizada (cerebralista) reside na questão sobre o que é a mente e onde ela está, e não sobre a relevância do estudo da integração corpo-mente e mundo. Isto porque com a palavra mente cada ‘lado’ está falando de coisas diferentes. Para os defensores da cognição distribuída, a noção de mente é alargada porque inclui a ação e a percepção, enquanto a outra abordagem usa a noção de que a mente é constituída apenas por pensamentos racionais (DE CARVALHO 2020a, 2021; GERSHENSON, 2002b; PERUZZO JÚNIOR; STROPARO, 2020).

Vejam como estas diferenças são caracterizadas. Começamos com o que Haugeland (1998) nos oferece a respeito do que seja o conhecer, uma marca característica dos seres humanos, como algo que não é exclusivamente mental, mas também é corporal e ambiental. Ele denomina sua abordagem de uma intimidade da corporificação e instalação da mente no mundo, que também são usadas nos estudos de cognição situada. Para promover um melhor entendimento, citamos do original:

[...] something that I would like to call the intimacy of the mind’s embodiment and embeddedness in the world. The term ‘intimacy’ is meant to suggest more than just necessary interrelation or interdependence but a kind of commingling or integralness of mind, body, and world—that is, to undermine their very distinctness²” (HAUGELAND, 1998, p. 208).

Para dar suporte a sua abordagem, Haugeland (1998) busca os princípios da análise sistêmica, para reconsiderar as questões de divisão e de unidade, com foco no sistema mente-corpo-mundo. De forma geral, os padrões ambientais em interação com os sensores corporais, ativam os sistemas neurais, que respondem à demanda ambiental, numa interação em camadas que cruzam essas várias instâncias. Dessa interação resultam padrões de ativação neural que significam algo apenas em conjugação com aquele particular corpo, conformando um sistema integral no qual o cérebro contribui, dentro de um contexto ambiental variável que constantemente fornece feedback que reorganiza o sistema. Assim, o conteúdo de qualquer padrão neural eferente depende da especificidade corporal do agente e dos detalhes concretos da situação atual no ambiente, por isso, não devemos ver dois componentes separados e independentes – uma mente racional e um corpo

² “[...] algo que pretendo chamar a intimidade da corporificação e colocação da mente no mundo. Intimidade sugere, mais que apenas uma interação necessária ou uma interdependência, um tipo de indissociação entre mente, corpo e mundo - desfazendo suas distinções” (tradução nossa).

físico que se conectam via uma interface (pineal?³) – mas sim como uma unidade coesa que mantém a característica distintiva de cada elemento (HAUGELAND, 1998).

Na perspectiva de Maturana e Varela (1995), a ciência tradicionalmente pesquisa as propriedades particulares dos componentes do sistema em estudo, antes que a compreensão das relações entre eles. As novas abordagens que visam interpretar o sistema cognitivo e não o processo cerebral de maneira independente são coerentes com a pesquisa das relações antes que das partes independentes. Estas novas visões lançam mão da ideia de uma totalidade que integra diferentes elementos na constituição da cognição enquanto fenômeno biológico. Dito de outra forma, o sistema cognitivo humano é a própria organização biológica, ambiental, social e cultural na qual cada sujeito experiencia seu cotidiano e o conhecer depende da estrutura daquele que conhece e tem origem na sua ação. Como consequência dessa visão, as bases biológicas do conhecer não podem ser entendidas somente pelo exame do sistema nervoso, e sim considerando todos os componentes de uma unidade que estão dinamicamente relacionados numa contínua rede de interações (MATURANA; VARELA, 1995).

Compartilhando a mesma perspectiva de sistema descentralizado da cognição, Chiel e Beer (1997) dizem que a interpretação do cérebro como uma unidade de processamento central, que usa informações do ambiente e gera estados internos para planejar as ações, faz com que o comportamento inteligente dependa primeiramente deste. Porém, o entendimento é mais completo se considerarmos o contexto da biomecânica corporal do agente, a estrutura do ambiente local e o contínuo feedback entre o sistema nervoso, o corpo e o ambiente. A íntima relação entre o sistema nervoso, a estrutura corporal e os elementos do ambiente fornecem tanto limites quanto oportunidades para ação, sendo que as segundas são porque os processos neurais podem ser simplificados quando complementados pelos elementos exteriores. Assim, o comportamento inteligente é o resultado da interação contínua entre o sistema nervoso, o corpo e o ambiente, cada um com sua dinâmica própria. Sendo o sistema nervoso um coordenador dos

³ Transduction, remember, is the function that Descartes assigned to the pineal gland (HAUGELAND, 1998, p. 223). “Lembrando que para Descartes a transdução é atribuída à glândula pineal” (tradução nossa).

padrões dinâmicos do sistema como um todo. Desta forma não podemos dar maior crédito a nenhuma parte desde sistema integrado (CHIEL; BEER, 1997).

Até aqui vemos que todas estas perspectivas nos convidam a repensar a cognição e a mente não enquanto um processo de códigos abstratos, modelos do mundo 'lá fora' e independente do agente, pré-definidos, que governam o comportamento inteligente desde um espaço interno cerebral. Desta forma, abre-se a oportunidade para pensar a inteligência enquanto um processo dinâmico de conexão agente mundo na construção de comportamentos coerentes com as situações concretas experimentadas no tempo corrente, fundamentando essa perspectiva na noção de sistema cognitivo (CHIEL; BEER, 1997; CLARK, 1997a, 2003; HAUGELAND, 1998; MATURANA; VARELA, 1995; ROWLANDS, 1995, 2009).

Por outro lado, como defensores da fronteira cerebral da cognição começamos trazendo Adams e Aizawa (2010), que argumentam que a proposta de externalismo ativo de Clark torna um objeto cognitivo por estar conectado com o agente e por isso comete uma falácia da constituição acoplada (*coupling-constitution fallacy*) (ADAMS; AIZAWA, 2010). Aqui identificamos uma incoerência no argumento dos autores, posto que nenhum objeto é cognitivo, ou tornado cognitivo, e sim que sua participação no sistema cognitivo garante uma economia de trabalho, gerando respostas que são prejudicadas caso o objeto seja retirado do sistema. Importante ter clara a noção diferenciadora entre mero uso e incorporação de determinada ferramenta no sistema de comportamento adaptativo ou inteligente (CLARK, 2003, 2007b, 2008b).

Dando continuidade a sua construção contra a possibilidade do externalismo ativo de Clark, os mesmos autores postulam a necessidade de uma teoria da marca do cognitivo (*a theory of the mark of the cognitive*). Partem do reconhecimento de que uma exata definição do que seja um processo cognitivo é uma carência ainda e, para dar conta de satisfazer tal falta, postulam que reconhecer algo como cognitivo depende de que isto ocorra no interior do cérebro, jamais fora deste, não transpondo os limites cerebrais ou englobando elementos do ambiente (ADAMS; AIZAWA, 2010). Vemos que esses autores falam desde uma concepção da cognição com forte inclinação cerebralista. Sem incluírem na sua argumentação a noção de contexto, sobre a qual Clark constrói a proposta do externalismo ativo, i.e., cognição situada, corporificada, enativa (CLARK, 1997a, 1999b, 2008b). Para nós, a frase "It's certainly a wild idea to suppose that to use a calculator is to have one's mind bleed

out of one's brain into plastic buttons and semiconductors⁴" (ADAMS; AIZAWA, 2001, p. 44) exemplifica o mau entendimento que os autores conservam da proposta de cognição enquanto um sistema descentralizado (ADAMS; AIZAWA, 2001).

Em Rupert (2004), uma crítica à cognição distribuída é que ela retira o foco do sujeito cognitivo e o coloca na visão deste como necessariamente inserido em uma unidade sistêmica. Diferente da posição do referido autor, para nós este é exatamente o ponto de maior relevância e utilidade para uma abordagem mais natural da cognição humana, que se distancia da visão clássica, já superada, de processamento de informações para uma abordagem dinâmica e integrativa que marca a terceira geração⁵ da ciência cognitiva (NAGATAKI; HIROSE, 2007; RUPERT, 2004).

Muitos dos argumentos de Andy Clark que sustentam a abordagem da cognição distribuída estão presentes em capítulos anteriores desta tese. Agora expomos uma defesa direta que ele faz desta proposta. Nosso autor considera que os estudos de neuroimagem fazem aumentar a tentação de localizar toda a mecânica da mente no sistema nervoso central, o que é oportunamente contrabalançado pelas pesquisas da ciência cognitiva corporificada que propõem que a cognição não é restrita ao cérebro de forma alguma porque engloba o corpo e o ambiente (CLARK, 2007a).

Para nós se constituem assim duas possibilidades que embora antagônicas são complementares na dinâmica do campo de pesquisa sobre a cognição. Por um lado, assumir a possibilidade da abordagem corporificada-situada-em ação-distribuída que entendemos ser a proposta de Andy Clark requer a visão sobre o que é a cognição enquanto um sistema cognitivo integrado, ou unificado. Ao mesmo tempo, entender a cognição enquanto processo cerebralista coloca o investigador em outra via de interpretação que é incomensurável com a primeira. Não obstante, entendemos que ambas são campos frutíferos e em desenvolvimento de pesquisa e investigação que embora antagonistas, enriquecem as possibilidades investigativas do campo. Vemos que a primeira amplia a visão ao integrar o elemento cerebral na perspectiva sistêmica enquanto segunda aprofunda as questões biológicas e os

⁴ “[...] supor que o uso de uma calculadora extravasa a mente fora do cérebro para os botões plásticos se trata de uma ideia irrefletida” (tradução nossa).

⁵ Nossa referência é fundamentada em Nagataki e Hirose (2007) que argumentam que o interesse sobre o corpo dentro da ciência cognitiva na explicação sobre a mente é a terceira geração do campo de investigação.

mecanismos computacionais cerebrais (GERSHENSON, 2002a; KELSO; ENGSTRØM, 2006). Nossa própria posição epistêmica nos coloca dentro da primeira via de trabalho científico e filosófico sobre as capacidades cognitivas humanas.

Voltando a Gershenson (2002b) e seu argumento de que o que realmente gera os desacordos é uma questão semântica, posto que a palavra mente significa algo diferente para cada uma das abordagens, que determina que corpo e mundo constituam, ou não, a cognição. Não havendo a definição correta, e sim o uso apropriado de cada uma delas conforme o caso, i.e., a qual aspecto da cognição se está referindo ou investigando. Desta forma, o valor da definição usada depende diretamente do contexto de seu uso, i.e, ambas as noções são aceitáveis usadas no seu sub-contexto particular (GERSHENSON, 2002b).

Para não cair numa armadilha de relativismo radical advinda dessa argumentação, o autor advoga a contextualidade aplicada aos problemas da filosofia da ciência cognitiva. Neste sentido, argumenta que, para diferentes condições podemos ter diferentes definições, tornando necessário que sejamos atentos para o contexto sempre que usarmos uma definição. O que implica que assumir o uso de uma palavra supondo que ela será compreendida igualmente por todos independentemente do contexto de seu uso é insuficiente. Nisso vemos que compreender cada período da ciência cognitiva, bem como cada história evolutiva de cada construção teórica que analisarmos, como no caso de nosso terceiro capítulo desta tese, é de fundamental relevância para não incorreremos na falha da incompreensão por falta de análise de contexto (GERSHENSON, 2002a b).

Seguindo esse raciocínio, defendemos a possibilidade de analisar os problemas filosóficos e científicos de diferentes perspectivas, e não argumentar sem um senso de localização de cada conceito dentro de cada explicação. Desta forma, se o investigador, como em nosso caso, se situa no contexto dos sistemas dinâmicos, na perspectiva de que ação e percepção constituem a cognição, e pensa enquanto sistema cognitivo de forma ampliada, ao referir-se à mente o faz desde esta perspectiva distribuída e integradora (GERSHENSON, 2002a; KELSO; ENGSTRØM, 2006; VARELA, 1994).

5.2 HETEROGENEIDADE EPISTÊMICA

Vamos partir da assumpção de Van Gelder (1998) ao considerar que o principal desafio filosófico é determinar qual posição melhor descreve o sistema cognitivo em sua dimensão corporal e mental, visto que é inegável que todo agente cognitivo é um que concretamente existe na natureza tempo e espaço. E acrescentamos que cada posição deve ser avaliada por sua consistência interna e por sua coerência com os achados científicos (GELDER, 1998).

Conforme já visto neste trabalho, nos recentes anos a visão cognitivista e cerebralista da cognição é desafiada pela teoria dos sistemas dinâmicos. Neste contexto, concordamos com Van Gelder (1998) ao dizer que se trata de um dos assuntos mais debatidos da filosofia contemporânea, com muitos artigos publicados, livros, conferências e controvérsias. Concordamos com a visão de que qualquer forma radical de posição epistêmica pode ser infrutífera e que a abertura para debates amplos seja uma alternativa válida e profícua dentro deste complexo e muito dinâmico campo de pesquisa interdisciplinar (GELDER, 1998).

Chemero (2009), usa uma expressão da qual nos servimos para definir a posição que assumimos, neste grande debate, e que enxergamos na construção do trabalho de Andy Clark: “it is possible to resist brain-obsession without becoming a no-brainer⁶” (CHEMERO, 2009, p. 166). Nesse sentido, a metáfora computacional (característica do cognitivismo e do conexionismo) encoraja a redução da ciência cognitiva à neurociência, enquanto, por outro lado, a ciência cognitiva corporificada abrange a visão sistêmica (portanto não reducionista). Entendemos que no projeto integrativo de Andy Clark estão incluídas as noções neurocientíficas e corporificadas de modo eficiente, que impede uma posição cerebralista ao mesmo tempo que assume a fundamental participação do cérebro no processo cognitivo.

Investigar sobre a cognição deve incluir elementos que ultrapassam o espaço cerebral, e que se constituem na dinâmica não linear (por ser uma circularidade) de acoplamento que forma o sistema agente-ambiente. Esta visão é favoravelmente relacionada com a proposta da cognição distribuída que estamos trabalhando dentro do projeto filosófico integrativo de Andy Clark.

⁶ “[...] é possível resistir a obsessão cerebralista sem negar a importância do cérebro” (tradução nossa).

Consideramos que os achados valiosos sobre as dinâmicas cerebrais devam ser integrados às visões da ciência da cognição corporificada, situada, enativa e distribuída com vistas a construir uma ciência cognitiva mais natural, i.e., que se aproxima da condição real de existência do agente cognitivo no mundo. E quando lemos em Chemero (2009) sua consideração de que o neurocientista necessita do cientista cognitivo para trabalhar mais acertadamente, lembramo-nos que neste trabalho abordamos o fato de que a ciência cognitiva é desde sua origem interdisciplinar, que significa, gerar integração de conhecimento e práticas entre áreas diferentes. Nesse sentido, vemos, na terceira geração da ciência cognitiva, a oportunidade de realizar esta proposta integrativa, com bons frutos para todos e todas que tem o interesse em explorar e compreender a capacidade humana de conhecer e agir de forma inteligente e coordenada no mundo.

Concordamos com o mesmo autor quando diz que uma teoria cerebralista isolada não é aplicável à visão de sistema cognitivo em que se fundamenta a ciência cognitiva corporificada. A visão sistêmica distribui coparticipação aos elementos não neurais corporais e ambientais na constituição do comportamento inteligente, de forma a afirmar que obviamente as funções cerebrais são importantes, porém não respondem pela cognição como um todo. Desta forma parte de sua proposta que nos interessa diretamente é definida conforme a citação que trazemos do original:

[...] first, admit that brains are important; second, embrace dynamical systems modeling as the brain-friendly, but still noninternalist, means of explaining the activity of brain–body–environment⁷ (CHEMERO, 2009, p. 181).

Nesta abordagem, a dinâmica intrínseca cerebral emerge da constituição corporal do agente em interação com seu ambiente, conforme está bem estabelecido no capítulo sobre neurociência deste nosso trabalho. Evoluímos então para a nossa própria posição no debate, somos consonantes com a abordagem da cognição como sistema e, deste modo, antagonizamos com a perspectiva cerebralista. Porém, acrescentamos outro aspecto em nossa proposta para a ciência cognitiva contemporânea, que é a necessidade de um pluralismo explanatório. Para tanto, usamos as contribuições de Dale, Dietrich e Chemero (2009) quando

⁷ “[...] primeiro admita que os cérebros são importantes, depois compreenda que o modelo dos sistemas dinâmicos como amigável ao cérebro, embora não internalista, como meios de explicar a atividade do cérebro-corpo-ambiente” (tradução nossa).

sinalizam que, a despeito da enorme literatura disponível no debate teórico neste campo de pesquisa, o pluralismo ainda recebe pouca atenção.

Esses autores advogam que a ideia de que uma única teoria ou paradigma possa, de forma isolada, dar conta da vasta complexidade e variedade dos processos cognitivos é improvável. Devemos, portanto, considerar como as várias teorias podem se complementar em diferentes contextos de pesquisa (DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009).

5.3 PLURALISMO EXPLANATÓRIO COMO POSSIBILIDADE FUTURA NA CIÊNCIA COGNITIVA

Para esclarecer do que tratamos aqui como pluralismo explanatório vamos acompanhar Dale, Dietrich e Chemero (2009) ao exemplificar que, além de termos claro o objetivo dos diferentes investigadores, usamos muitas teorias para decifrar a natureza, cuja organização só pode ser compreendida com a combinação de diferentes níveis de explicação. Esses autores mostram que, na filosofia da ciência de modo mais amplo, numerosos investigadores argumentam que nosso entendimento dos fenômenos naturais é baseado em uma epistemologia heterogênea, antes que em uma homogeneidade teórica.

Os autores afirmam que escrevem para encorajar os cientistas cognitivos a considerar uma perspectiva plural para compreender a mente humana. Nosso próprio argumento segue a mesma direção. Posto que para nós a mente é constituída pela interação cérebro-corpo-ambiente, o que a torna extraordinariamente complexa, vemos que tanto genuínas competições entre teorias quanto a integrações teóricas são possíveis na dinâmica da ciência cognitiva, ao invés de uma interminável disputa de posições isoladas. Os autores supracitados argumentam, e nós corroboramos, que os diferentes compromissos teóricos não necessitam operar como pilares de sustentação que precisam ser defendidos para serem invioláveis, melhor é que sirvam para definir condições e limites explicativos confiáveis (DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009).

Dale (2008) critica uma estratégia estabelecida na ciência cognitiva baseada em disputas sobre pontos divergentes nas investigações em uma forma de oposição binária. Como exemplos: a mente é dinâmica ou computacional? É inata ou aprendida? É representacional ou não representacional? Essa estratégia também

está baseada em posições teóricas que estabelecem limites claros uma das outras ao explicarem a cognição, como sistemas simbólicos, conexionistas, dinamicistas, sem intenção de intercâmbio de conhecimento. Essas posições teóricas são reconhecidas de forma geral como paradigmas que se excluem mutuamente. Contrariando esse hábito, o autor defende a possibilidade de uma abordagem pluralística para a ciência cognitiva, i. e., uma maneira renovada de conduzir os debates entre todas estas abordagens aparentemente não conciliáveis. Considera que qualquer das abordagens tem um acesso específico (por isso limitado) à compreensão do fenômeno cognitivo. Por exemplo, a perspectiva simbólica pretende explicar os processos cognitivos ditos de alta ordem como raciocínio e solução de problemas, enquanto a abordagem dinamicista explica as influências constitutivas do contexto ambiental na cognição (DALE, 2008).

O mesmo autor advoga que o pluralismo pode ser também definido em contraste com o fundamentalismo. Este último busca uma teoria vitoriosa sobre todas as demais. Na ciência cognitiva, explica Dale, existe um movimento para além do debate de paradigmas que se justifica porque esta é uma ciência nova (e por isso existe ainda muito por descobrir), interdisciplinar, muito diversificada tanto em tópicos de estudo quanto em metodologias e objetivos, que não usa apenas ferramentas matemáticas nas suas explicações, mas também muita informação biológica no estudo da estrutura dos mecanismos cognitivos. Isso leva à consideração de que a abordagem pluralística é apta a abarcar e usar esta diversidade gerando novas vias de descoberta e integração, o que é uma opção viável para a ciência cognitiva contemporânea (DALE, 2008).

Desta maneira, é possível modelar arquiteturas não apenas sobre uma teoria unificada, mas sim pluralística, na qual colaboram múltiplas visões na compreensão de como estruturas e processos particulares se integram para produzir os comportamentos complexos. Isso constitui modelos explanatórios híbridos que integram múltiplas ferramentas para a solução dos problemas postulados pelos pesquisadores. Considerando que contemporaneamente possuímos um número considerável de dados experimentais sobre os diferentes processos cognitivos, esses podem ser analisados de forma coordenada entre eles para a compreensão das múltiplas dimensões cognitivas humanas em um programa pluralístico

integrativo⁸ que permite graus de associação que não são possíveis em abordagens que não se comunicam por serem diferentes. Nesta proposta integrativa e pluralística, as diferentes teorias servem como perspectivas que dão acesso a aspectos particulares de descrição do fenômeno cognitivo. Elas são ferramentas nas quais o investigador se apoia para compreender os enigmas da natureza, não são em si mesmas as respostas a estes (DALE, 2008).

Para Mitchell (2003) a complexidade e diversidade dos fenômenos estudados na biologia requer uma pluralidade de modelos, teorias e explicações porque os entes e os eventos investigados são compostos por matéria organizada de múltiplas formas, o que fica favorecido com o uso da teoria da auto-organização que expande a possibilidade de modelos explicativos. Sua proposta é, então, de considerar como diferentes e bem estabelecidas teorias que podem ser usadas coletivamente para alcançar uma compreensão mais completa que não é possível quando essas são usadas isoladamente. Inclusive propõe que um tipo frutífero de interação entre diferentes disciplinas e subdisciplinas é uma possibilidade a ser considerada na prática científica (MITCHELL, 2003).

A autora nos fala de um pluralismo de modelos de processos causais que pode expressar fatores contributivos em uma dada situação explicativa. Neste caso, o que propõe é uma abordagem integrativa que valoriza a diversidade na dinâmica da pesquisa e afirma que esta é uma abordagem que ganha espaço na comunidade científica que se debruça sobre objetos de maior complexidade, para ela:

[...] the diversity of views found in contemporary science is not an embarrassment or a sign of failure, but rather the product of scientists doing what they must do to produce effective science⁹ (MITCHELL, 2003, p. 208).

Uma expressão forte desta possibilidade de *pluralismo integrativo* é, justamente, a de Mitchell (1998), que argumenta que tanto as noções computacionais quanto as dinamicistas são necessárias para uma explicação completa da cognição dentro da perspectiva de sistema complexo. Para ela, a oposição entre a abordagem dinâmica, cujo foco são as mudanças que acontecem pelo acoplamento entre cérebro-corpo-ambiente no tempo, e a perspectiva

⁸ Integrative pluralist frameworks (Mitchell 2003).

⁹ “A diversidade de visões presentes na ciência contemporânea não é um problema ou um sinal de fracasso, é antes o produto dos cientistas fazendo o que devem fazer, produzir efetiva ciência” (nossa tradução).

computacional, que foca nas estruturas internas cerebrais, pode ser resolvida conciliando teorias da estrutura com teorias da mudança (MITCHELL, 1998).

Para ela, os dinamicistas da ciência cognitiva usam a dinâmica como uma linguagem para descrever as mudanças contínuas no tempo dos sistemas complexos, o que não é abordado na visão computacionalista. Porém, a abordagem dinâmica não explica satisfatoriamente os processos cognitivos mais abstratos. Esses recebem melhores explicações por meio do computacionalismo, que foi por longo período um programa de pesquisa muito atrativo e bem-sucedido, que gerou uma nova noção de mecanismo capaz de dar explicação da estrutura funcional dos estados mentais. A autora argumenta que as pesquisas em complexidade caminham para uma integração entre as teorias dos sistemas dinâmicos, a computação, não de tipo tradicional porque codificam informação de maneira dinâmica e ativa, e o comportamento adaptativo na busca do entendimento de como processos cognitivos sofisticados podem emergir de substratos descentralizados e dinâmicos e melhorar por meio do aprendizado (MITCHELL, 1998).

5.4 DE VOLTA PARA O PASSADO COM AMBIÇÃO DE FUTURO

Assumimos, apoiados nos argumentos valerianos, que a ortodoxia em qualquer atividade humana limita as possibilidades de investigação. Especialmente na ciência, ao considerar-se que a atividade científica é de investigação da natureza dentro de momentos sociais e culturais que mudam constantemente. Sendo assim, uma abordagem epistêmica indicada por Varela (1994) e que permeia esta tese é a de insistir na diversidade das visões e fomentar pesquisas que trazem mudanças de perspectiva e novas associações de ideias e renovação de modelos (VARELA, 1991; 1994).

Entendemos que dentre tantas contribuições que o trabalho de Francisco Varela traz para a ciência cognitiva, está a reflexão e o convite para se considerar que a aplicação de conceitos e metodologias fundamentadas no processamento de informações, no modelo computacionalista clássico da investigação da mente, não seja a única possibilidade explicativa e que outros conceitos e outras metodologias, mesmo que diferentes, são necessárias na transição do estágio atual (na época 1990), de entendimento em ciência cognitiva, para um mais complexo e integrador (VARELA, 1994).

Na sua perspectiva, talvez assim seja possível uma abordagem geral ou mista como uma estratégia natural a seguir na maneira de uma fértil ligação entre o cognitivismo menos ortodoxo e a abordagem da emergência, segundo a qual regularidades simbólicas emergem de processos paralelos distribuídos. Na voz de Varela (1994) “este esforço complementar produzirá, sem dúvida, resultados tangíveis e poderá até constituir a tendência dominante das ciências cognitivas para os próximos anos” (VARELA, 1994. P. 69).

Vemos no projeto filosófico integrativo de Andy Clark esta inclinação pluralística com a qual nós próprios nos identificamos e consideramos uma possibilidade válida para o avanço das pesquisas sobre a cognição. Propomos que o exercício da pluralidade integrativa pode ser uma prática de pesquisa em ciência cognitiva. Exatamente porque é uma área em amplo debate desde sua origem e que se relaciona com temas complexos da natureza humana como a mente (CLARK, 1997a). Clark mostra, em sua análise da história e das atividades das ciências cognitivas atuais, por meio de exemplos da robótica, da neurociência e da psicologia do desenvolvimento, que é possível explicar situações-problema — de como seres humanos aprendem a se mover ou de como robôs também podem melhorar sua performance em um contexto ambiental — utilizando hipóteses de disciplinas variadas.

Nesse sentido, também nos sustentamos nas ideias de Kelso e Engstrøm (2006) de fomento a uma pesquisa interdisciplinar que começa a interessar a filósofos da mente, a investigadores da ciência cognitiva corporificada, da fenomenologia, da neurofilosofia e assim por diante. Esses pesquisadores trabalham no *Center for Complex Systems and Brain Sciences* (c2018) dedicados a compreender os princípios e mecanismos que dão origem aos comportamentos inteligentes. Desde os níveis microscópicos das células e organelas às escalas das interações humanas (KELSO; ENGSTRØM, 2006).

Para eles, a competição entre teorias e modelos dinamizam o campo de pesquisa, sendo também importante verificar as possibilidades intermédias (integradoras) de complementação entre essas diferentes ferramentas de investigação. No nosso caso em específico, os contrários, em aparente oposição, que nos ocupam são uma defesa cerebralista da cognição e outra de uma cognição distribuída. Na nossa visão, são contextos de investigação coexistentes e mutuamente dependentes, porque são ambos necessários para uma melhor

compreensão do fenômeno cognitivo, como consideramos ter demonstrado ao apresentar a história das ciências cognitivas (cap. 2), os métodos e objetos da neurociência (cap. 3) e as razões de Andy Clark para sustentar uma visão integrativa dos métodos na ciência cognitiva (cap. 4). Compreender cada vez mais e melhor a estrutura e funcionamento cerebral e aceitar a dinâmica sistêmica da unidade cérebro~corpo~ambiente~artefatos~cultura~sociedade pode ser uma forma renovada de pesquisa (CLARK, 1997a b, 2001a, 2003; DALE, 2008; KELSO; ENGSTRØM, 2006; MITCHELL, 1998; MITCHELL, 2003). Acrescentamos que o uso do traço (~) em substituição ao hífen representa não uma simples conexão de palavras, e sim indica a indissociável relação complementar entre elas é originada em Kelso e Engstrøm (2006).

Interessamo-nos pela proposta de Kelso e Engstrøm (2006) de uma filosofia dos pares complementares, pois desde o início desta tese entendemos que o campo da ciência cognitiva evolui pela dinâmica entre as diferentes teorias e modelos que, opostos entre si, complementam-se, dando realidade aos avanços nas pesquisas. Complementação esta que os autores chamam de *dinâmica dos pares complementares*, uma interpretação que pretendem que capture tanto a polarização quanto o que está entre elas, i.e., cada parte coexiste com o todo coletivo, compete uma parte com a outra para manter sua autonomia enquanto também colabora com o coletivo (KELSO; ENGSTRØM, 2006). De nossa parte, aplicamos este princípio de complementação aos aspectos cerebrais, estruturais e funcionais e também inatos da cognição, que se complementam com os aspectos corporais, ambientais e contextuais na conformação do comportamento inteligente humano.

No nosso capítulo sobre o panorama histórico do campo de pesquisa sobre a cognição é possível observar que os avanços na tecnologia da computação se tornam possíveis pelo trabalho dos pesquisadores do período cibernético, cognitivista e conexionista. Contemporaneamente são os computadores que permitem o estudo da complexidade, noção essa que é o fundamento para a ciência cognitiva corporificada. A recente ciência da complexidade abre novos espaços de trabalho e desenvolvimento na ciência cognitiva. Em seu contexto estão as noções de auto-organização, emergência, pluralismo explanatório, sistema dinâmico (GERSHENSON, 2020).

Uma forma de compreender a complexidade é considerar a noção de que algo é difícil de separar devido à alta relevância das interrelações causais entre os

seus componentes. A capacidade de adaptabilidade é necessária para lidar com a complexidade, e sistemas adaptativos também são sistemas complexos. Sendo assim, não se pode estudar os componentes isoladamente para compreender o que acontece tanto com a parte quanto com o próprio sistema adaptativo, que responde às mudanças que ocorrem no tempo em ambientes em constante mudança. Seres humanos são sistemas adaptativos capazes de comportamento coerente na sua relação com o ambiente. Vemos que as ideias de Clark sobre o sistema cognitivo humano estão situadas dentro dessa abordagem de complexidade e são, neste contexto, muito coerentes. No projeto filosófico integrativo de Andy Clark reconhecemos essa inclinação pluralística com a qual nós próprios nos identificamos e consideramos uma possibilidade válida para o avanço das pesquisas sobre a cognição (CLARK, 1997b, 2005; GERSHENSON, 2020).

Para dar justificação empírica para essa nossa posição a favor de uma abordagem pluralística e integrativa trazemos a pesquisa sobre os correlatos neurais da percepção e reconhecimento multissensorial de objetos e tomada de decisão. Disponível no site *Human Brain Project* (c2013). Especificamente falamos do trabalho do pesquisador Julien Fiorilli et al. (2021) apresentado no seminário web denominado *Brain Matters*. Decidimos por este exemplo porque o estudo pretende compreender como objetos e cenas são percebidos e reconhecidos através de múltiplos sentidos, em um *modelo computacional dinâmico* correlacionado com a anatomia e a fisiologia do córtex biológico de uma agente situado, complementado pelo uso da robótica situada e pela hipótese do cérebro preditivo, i.e, ao invés de símbolos fixos cerebrais que representam os objetos no mundo, consideram-se as computações neurais top-down e botton-up em interação que geram padrões de reconhecimento dos fenômenos no mundo (CLARK 2013; EAGLEMAN, 2012, FIORILLI et al. 2021).

O experimento de Fiorilli et al. (2021) objetiva decifrar como as aferências do ambiente chegam até o hipocampo e são recuperadas quando necessárias. O modelo experimental usa animais, no caso, ratos. Consideramos relevante que neste trabalho o foco é reconciliar duas visões, a do reconhecimento centrado no objeto e a outra do processamento espacialmente contextualizado, aparentemente opostas sobre a participação do córtex perirrinal do animal na tarefa de reconhecimento de objetos. Região essa tradicionalmente considerada como parte da via córtico-hipocampal associada com o reconhecimento de objetos e na

resolução de tarefas ambíguas e processamento de estímulos complexos que reúne diferentes modalidades sensoriais. Havendo outra via independente desta relacionada com a localização espacial. Porém esta divisão anatômica estrita entrou em disputa questionando a tradicional distinção entre as vias que codificam o que e daquelas que codificam onde, e trabalhos recentes sugerem que o córtex perirrinal, tanto em modelos experimentais com macacos quanto com ratos, processa também informações sobre o contexto da tarefa, tanto espacial quanto temporal (FIORILLI et al. 2021).

Escolhemos este experimento como exemplo da nossa posição porque nele encontramos os aspectos da investigação da neurociência cognitiva que argumentamos anteriormente sobre o fato de que mesmo as funções cerebrais e sua relação com tarefas cognitivas não estão completamente e inquestionavelmente definidas, e assim o pesquisador deve evitar posições absolutas. Somando a isso o conjunto de metodologias e recursos experimentais, computacionais e teóricos necessários para a interpretação dos achados que são indicativos da necessidade de intercâmbios de diferentes áreas do conhecimento na investigação da relação cérebro-agente-ambiente-ação cognitiva (FIORILLI et al. 2021).

Um segundo exemplo empírico que trazemos em defesa de uma metodologia pluralística na pesquisa da cognição é de Dehaene e Cohen (2007). Neste estudo os autores investigaram como elementos da cultura humana, leitura e aritmética, estão representados no córtex cerebral. Segundo eles as invenções culturais modificam os circuitos neurais naturais aprimorando essas arquiteturas. A partir dos dados possíveis por meio dos métodos de neuroimagem não invasiva, dos registros eletrofisiológicos e do estudo de indivíduos com lesão cerebral buscaram explicar como a relação entre os aspectos culturais e as representações mentais pode ser teorizada.

Nessa direção argumentam que os humanos experienciam uma acentuada ampliação do próprio nicho evolutivo por meio da invenção, uso e transmissão dos suportes culturais. E indicam que neurocientificamente o córtex cerebral pode ser visto como livre de domínios estruturalmente específicos e que o *Homo sapiens* não depende unicamente de sua estrutura cerebral biológica para justificar seus ganhos cognitivos evolutivos, isso é especialmente graças a intensa capacidade de plasticidade neural que o torna apto a absorver qualquer forma de cultura. Consideram que a atividade pós-natal refina a herança genética produzindo um

mapa epigenético que reflete a correlação entre a estrutura cerebral e as aferências sensoriais disponíveis no ambiente (DEHAENE; COHEN, 2007).

Sua proposta fundamenta-se na *hipótese da reciclagem neural*, que considera, no curso evolutivo, a reutilização de mecanismos biológicos primitivos em funções completamente diferentes, por meio da plasticidade neural. Desta forma, uma inovação cultural se insere em um sistema neural pré-existente (DEHAENE; COHEN, 2007). Nesse segundo exemplo é possível identificar o uso de diferentes metodologias e bases teóricas na interpretação de como os fatores culturais apoiam a dinâmica evolutiva do sistema cognitivo humano, modificando a qualidade das conexões neurais.

Com esses dois exemplos queremos reforçar a visão de que não existe um nível cognitivo único no qual focar todas as investigações, nem um sistema único e isolado, como o cérebro, ao qual restringir a investigação científica do pensamento e da inteligência. Então é benéfico focar, sempre que possível, nas interações entre o estudo do cérebro, do corpo, do ambiente físico, social, cultural e da ação (CLARK, 2001).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa tese defendemos, baseados em autores renomados da área, uma alternativa de pesquisa, que já vem ocorrendo em alguns departamentos mundo afora, apresentamos questionamentos e fazemos uma proposta para o futuro da investigação em ciência cognitiva. Uma alternativa porque indicamos a possibilidade de uma forma mais plural e integradora de como atuar no campo, apresentamos questionamentos porque abrimos espaço para a consideração dessa alternativa, e fazemos a proposta de que a atitude investigativa pluralista, dentro dessa grande área interdisciplinar, gere programas de pesquisa cada vez mais integradores e interdisciplinares.

Cabe diferenciar o que propomos como uma atitude pluralista da noção de comensurabilidade posto que, em momento algum do nosso trabalho, advogamos sobre a segunda, e sim propomos que podemos trabalhar em ciência cognitiva assumindo que é um campo composto por uma diversidade de abordagens, cada uma coerente na própria estrutura, mas não necessariamente comensuráveis entre si. A atitude pluralística, foco do nosso interesse, reconhece que cada teoria é intelectualmente válida e constitui, juntamente com as outras, o corpo explicativo amplo da ciência cognitiva, que inclui diferentes modelagens do fenômeno cognitivo.

Nossas leituras e reflexões, especialmente do trabalho de Andy Clark, nos permitem interpretar como válida e possível a alternativa de não superar ou simplesmente substituir os achados das etapas históricas iniciais das ciências cognitivas, das descobertas cibernéticas, cognitivistas e conexionistas, e, sim, de adaptar conceitos e promover complementariedades que sirvam para uma melhor compreensão do sistema cognitivo humano. Para tanto, deve-se integrar os achados científicos da biologia, da neurociência e os avanços trazidos pela ciência cognitiva corporificada~situada~em ação~distribuída. Deste modo, sustentamos que, na filosofia de Clark, há um projeto integrador que se consolida como uma espécie de filosofia da ciência cognitiva.

Vemos que o trabalho de Andy Clark se relaciona positivamente com as propostas de Francisco Varela, que estão na gênese da virada pós-cognitivista, porque nelas há uma clara sugestão de abordagens alternativas que enriqueçam os debates dentro desta complexa e importante área de investigação. Andy Clark, entre outros, ao longo das últimas décadas, mostra como essa dinâmica entre visões

alternativas sobre como investigar a cognição pode resultar em um projeto integrador, sem posicionamentos dogmáticos, e, sim, com abertura para novas teorias da cognição, de seus componentes e aspectos, assim como de metodologias e aplicações. Essa abertura para a diversidade de teorias e métodos nos parece fundamental dentro de uma ciência jovem e em evolução como é a ciência cognitiva. Concordamos com Varela e Clark de que não se pode aceitar uma única perspectiva na grande complexidade que é a investigação da cognição humana.

Para nós, propor alternativas não é simplesmente criar modelos que se excluam mutuamente e permaneçam isolados, mas, sim promover possíveis complementariedades e opções pluralísticas de trabalho, abraçando a diversidade que é própria da complexidade. No encontro entre os diferentes modelos de cognição, de seus componentes e aspectos, podem emergir novas e enriquecidas compreensões que não são possíveis a partir de posições isoladas.

Especificamente tratando da ciência cognitiva pela abordagem filosófica de Andy Clark, a entendemos como um projeto integrativo pautado no pluralismo explanatório. Os seus textos, por nós trabalhados nesta tese, têm uma narrativa em perspectiva e contextualizada. A história, os experimentos e as teorias da ciência cognitiva são apresentados sem que haja a defesa de uma abordagem em detrimento a outra, mas mostrando que existe uma complementaridade frutífera entre as diversas abordagens. Na construção dos textos de Andy Clark, estudados para esta tese, são apresentados argumentos e posições divergentes sobre o computacionalismo, a cognição corporificada, entre outros temas, que permitem com que possamos avaliar suas contribuições para os avanços científicos. Clark consegue justificar, com informação científica, que a abordagem simbólica clássica das representações mentais não precisa ser simplesmente descartada, mas pode ser conciliada com a abordagem corporificada, que é uma via para um entendimento mais amplo sobre a cognição biológica humana.

Como exemplo, podemos considerar as explicações computacionalistas (arquiteturas cerebrais) como metodologicamente úteis sem a necessidade de abordar apenas um nível simples de organização neural, nem de ignorar os aspectos biológicos, incluindo uma visão neurocientífica realista dos múltiplos tipos de processos representacionais que operam em vias diferentes e paralelas. Outro exemplo relevante, é a sugestão de Clark de evitar simplificações metodológicas que podem obscurecer soluções ecológicas e situadas que caracterizam a inteligência

de agentes corporais e atuantes como são os seres humanos. Para tanto, afirma que a ciência cognitiva não deve ser restrita a graus de abstração explicativa que desconsiderem os andaimes da percepção e da ação disponíveis no contexto ambiental de cada conhecedor. Desta forma sua obra é marcada pelo uso que faz dos achados neurocientíficos e das características biológicas do cérebro humano, espessando a característica interdisciplinar da ciência cognitiva, inserida em sua atitude pluralista na qual sustenta que os modelos computacionais dos processos cognitivos e os achados neurocientíficos devem coevoluir em um estilo investigativo integrativo.

Outro aspecto que vamos salientar é sobre a teoria de sistemas dinâmicos como essencial dentro da proposta de sistema cognitivo biológico, em especial na cognição distribuída, dentro do projeto integrativo de Andy Clark. Embora os modelos dinamicistas da ciência cognitiva não considerem o cérebro como único órgão cognitivo, os modelos computacionais são metodologias úteis na investigação da cognição humana, e são considerados pelo filósofo.

Por fim, acreditamos que nossa escolha de ultrapassar a análise isolada de cada período da ciência cognitiva é vantajosa porque nos possibilita uma visão panorâmica da dinâmica da área de pesquisa e nos dá maior liberdade de investigação. Consideramos importante que as análises que fizemos, baseadas em múltiplos relevantes autores, participem da prática em ambientes de pesquisa interdisciplinares que tenham por objetivo a compreensão do sistema cognitivo humano.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, Fred; AIZAWA, Kenneth. Defending the bounds of cognition. *In*: Richard Menary (ed), **The extended mind**. MIT Press. p. 67-80, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266499609_Defending_the_Bounds_of_Cognition. Acesso em: 20 Aug. 2021.
- ADAMS, Fred; AIZAWA, Kenneth. The bounds of cognition. **Philosophical Psychology**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 43-64, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09515080120033571>. Acesso em: 20 Sept. 2021.
- ALMADA, Leonardo Ferreira; MESQUITA, Luiz Otávio de Sousa. A mente corporificada: o início de um programa de pesquisa. **Caderno do PET filosofia**, [s. l.], v. 7, n. 14, p. 11-23, 2016. Disponível em <https://revistas.ufpi.br/index.php/pet/article/view/6151/3673>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- ALMADA, Leonardo Ferreira; MESQUITA, Luiz Otávio de Sousa. Corpo, cérebro e ambiente: o organismo como alicerce da Mente consciente. **Kínesis**, [s. l.], v. 9, n. 21, p.105-125, 2017. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. 10. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BECHTEL, William. A bridge between cognitive science and neuroscience: The functional architecture of mind. **Philosophical Studies**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 319-330, 1983. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4319640>. Acesso em: 15 Feb. 2021.
- BICKLE, John; MANDIK, Peter; LANDRETH, Anthony. The philosophy of neuroscience. *In*: STANFORD encyclopedia of philosophy. Stanford: Stanford University, c2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/neuroscience/>. Acesso em: 20 July. 2019.
- BRODAL, Per. **The central nervous system**: structure and function. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1998.
- BUCKNER, Cameron; FRIDLAND, Ellen. What is cognition? angsty monism, permissive pluralism(s), and the future of cognitive science. **Synthese**, [s. l.], v. 194, n. 11, p. 4191-4195, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1505-x>. Acesso em: 22 Mar. 2021.
- BUCKNER, Cameron; GARSON, James. Connectionism. *In*: STANFORD encyclopedia of philosophy. Stanford: Stanford University, c2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/connectionism/>. Acesso em: 10 Jan. 2021.
- CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. **A visão sistêmica da vida**: uma visão unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. São Paulo: Cultrix,

2014.

CENTER FOR COMPLEX SYSTEMS AND BRAIN SCIENCES. Boca Raton: Florida Atlantic University, c2018. Disponível em: <http://www.ccs.fau.edu/>. Acesso em: 2 Dec. 2021.

CHEMERO, Anthony. **Radical Embodied Cognitive Science**. Cambridge: MIT Press, 2009.

CHEMERO, Anthony. Radical embodied cognitive science. **Review of General Psychology**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 145-150, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/a0032923>. Acesso em: 17 May 2019.

CHIEL, Hillel J.; BEER, Randall D. The brain has a body: adaptive behavior emerges from interactions of nervous system, body and environment. **Trends in Neurosciences**, [s. l.], v. 20, n. 12, p. 553-557, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(97\)01149-1](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(97)01149-1). Acesso em: 20 May 2020.

CICUREL, Ronald; NICOLELIS, Miguel. **O cérebro relativístico**: como ele funciona e porque ele não pode ser simulado por uma máquina de Turing. São Paulo: Kios Press, 2015.

CLARK, Andy. A biological metaphor. **Mind & Language**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 45-63, 1986. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1468-0017.1986.tb00096.x>. Acesso em: 15 Apr. 2020.

CLARK, Andy. Being there: why implementation matters to cognitive science. **Artificial Intelligence Review**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 231-244, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00142924>. Acesso em 15 Oct. 2020.

CLARK, Andy. **Associative engines**: connectionism, concepts, and representational change. Cambridge: MIT Press, 1993.

CLARK, Andy; TORIBIO, Josefa. Doing without representing? **Synthese**, [s. l.], v. 101, n. 3, p. 401-431, 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227088086_Doing_Without_Representing. Acesso em: 20 Oct. 2020.

CLARK, Andy. Moving minds: situating content in the service of real-time success. **Philosophical Perspectives**, [s. l.], v. 9, p. 89-104, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2214213>. Acesso em: 8 Mar. 2021.

CLARK, Andy. **Being there**: putting brain, body and world together again. 2nd.ed. Cambridge: MIT Press, 1997a.

CLARK, Andy. The dynamical challenge. **Cognitive Science**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 461-481, 1997b. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/241140910_Cognitive_science_representations_and_dynamical_systems_theory. Acesso em: 08 May 2021.

CLARK; CHALMERS. The extended mind. **Analysis**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 7-19, 1998. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3328150>. Acesso em 25 Jan. 2020.

CLARK, Andy; GRUSH, Ricky. Towards a cognitive robotics. **Adaptative Behavior**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 5-16, 1999. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/CLATAC>. Acesso Sept. 2021.

CLARK, Andy. An embodied cognitive science? **Trends in Cognitive Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 9, p. 345–351, 1999a. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01361-3](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01361-3). Acesso em: 19 Dec. 2020.

CLARK, Andy. Where brain, body, and world collide. **Cognitive Systems Research**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 5-17, 1999b. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389041799000029>. Acesso em 20 Jan 2020.

CLARK, Andy. **Mindware**: an introduction to the philosophy of cognitive science. New York: Oxford University Press, 2001.

CLARK, Andy. Reasons, robots and the extended mind. **Mind and Language**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 121–145, 2001b. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2839510_Reasons_Robots_and_the_Extended_Mind. Acesso em: 02 Apr. 2021.

CLARK, Andy. **Natural-Born Cyborgs**: minds, technologies, and the future of Human Intelligence. New York: Oxford University Press, 2003.

CLARK, Andy. Beyond the flesh: Some lessons from a mole cricket. **Artificial Life**, [s. l.], v. 11, n. 1–2, p. 232–244, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/7925627_Beyond_the_Flesh_Some_Lessons_from_a_Mole_Cricket. Acesso em: 10 Mar. 2021.

CLARK, Andy. Curing cognitive hiccups: a defense of the extended mind. **The Journal of Philosophy**, [s. l.], v. 104, n. 4, p. 163-192, 2007a. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20620012>. Acesso em: 10 Feb. 2021.

CLARK, Andy. Re-inventing ourselves: the plasticity of embodiment, sensing, and mind. **Journal of Medicine and Philosophy**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 263–282, 2007b. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/6223617_Re-Inventing_Ourselves_The_Plasticity_of_Embodiment_Sensing_and_Mind. Acesso em: 20 Mar. 2021.

CLARK, Andy. **Supersizing the mind**: embodiment, action and cognitive extension. New York: Oxford University Press, 2008.

CLARK, Andy. Pressing the flesh: A tension in the study of the embodied, embedded mind? **Philosophy and Phenomenological Research**, [s. l.], v. 76, n. 1, p. 37-59, 2008a. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227761926_Pressing_the_Flesh_A_Tension_in_the_Study_of_the_Embodied_Embedded_Mind. Acesso em: 5 Jan. 2021.

CLARK, Andy. Memento's revenge: the extended mind, extended. In Richard Menary (ed), **The extended mind**. MIT Press. p. 43–66, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/246803268_Memento's_Revenge_The_Extended_Mind_Extended. Acesso em: 10 June 2021.

CLARK, Andy. Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. **Behavioral and Brain Sciences**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 181-204, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0140525X12000477>. Acesso em: 15 Jan. 2021.

CLARK, Andy. In COLOMBO, Matteo; IRVINE, Elizabeth; STAPLETON, Mog (eds). **Andy Clark and his critics**. New York: Oxford University Press, 2019.

COGNITIVE science. In: STANFORD encyclopedia of philosophy. Stanford: Stanford University, c2018. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science/>. Acesso em: 20 July 2019.

COLOMBO, Matteo; IRVINE, Elizabeth; STAPLETON, Mog (eds). **Andy Clark and his critics**. New York: Oxford University Press, 2019.

CRICK, Francis. **The astonishing hypothesis**: the scientific search for the soul. New York: Macmillan Publishing Company, 1994.

DALE, Rick. The possibility of a pluralist cognitive science. **Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 155-179, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220080105_The_possibility_of_a_pluralist_cognitive_science. Acesso em: 20 Aug. 2021.

DALE, Rick; DIETRICH, Eric; CHEMERO, Anthony. Explanatory pluralism in cognitive science. **Cognitive Science**, [s. l.], n. 33, p. 739-742, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/51139741_Explanatory_Pluralism_in_Cognitive_Science. Acesso em: 30 Aug. 2021.

DE CARVALHO, Eros Moreira. Sintonizando com o mundo: uma abordagem ecológica das habilidades sensoriomotoras. In ROLLA, Giovanni e NETO, Gerson Araújo (eds.) **Ciência e Conhecimento**. p. 81-108 Teresina: Editora da Universidade Federal do Piauí, 2020.

DE CARVALHO, Eros Moreira. A tese da mente estendida à luz do externismo ativo: como tornar Otto responsivo a razões? **Transformação**, Marília, v. 43, n. 3, p. 143-166, 2020a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/trans/a/jp9bpDpTqFkD5dZ4B7JRjrP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 fev. 2022.

DE CARVALHO, Eros Moreira; FERNANDES, Christiane Costa de Matos; GUIMARÃES, Déborah Moreira; DA SILVA, Taciane Alves; DOS SANTOS, Fábio Cândido. Eros de Carvalho: diálogos interdisciplinares urgentes. **Ekstasis Revista de Hermenêutica e Fenomenologia**. [s. l.], v. 10, n. 1, p. 157-183, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/Ekstasis/article/view/56627>. Acesso em: 06 fev. 2022.

DEHAENE, Stanislas; COHEN, Laurent. Cultural recycling of cortical maps. **Neuron**, v. 56, n. 2, p. 384-398, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627307007593>. Acesso em: 21 Feb. 2022.

DENNETT, Daniel. In COLOMBO, Matteo; IRVINE, Elizabeth; STAPLETON, Mog (eds). **Andy Clark and his critics**. New York: Oxford University Press, 2019.

DOBBS, David. Eric Kandel: from mind to brain and back again. **Scientific American Mind**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 32-37, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240227084_Eric_Kandel_From_Mind_to_Brain_and_Back_Again. Acesso em 30 Sept. 2020.

DUPUY, Jean-Pierre. **On the origins of cognitive science**: the mechanization of the mind. Cambridge: MIT Press, 2009.

EAGLEMAN, David. **Incógnito**: as vias secretas do cérebro. Rio de Janeiro: ROCCO, 2012.

FARAH, Martha J.; ILLES, Judy; COOK-DEEGAN, Robert; GARDNER, Howard; KANDEL, Eric; KING, Patrícia; PARENS, Eric; SAHAKIAN, Barbara; WOLPE, Paul Root. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? **Nature Reviews Neuroscience**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 421-425, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303970282_Neurocognitive_Enhancement_what_can_we_do_and_what_should_we_do. Acesso em 10 Aug. 2020.

FIORILLI, Julien; BOS, Jeroen; GRANDE, Xenia; LIM, Judith; DÜZEL, Emrah; PENNARTZ, Cyriel. Reconciling the object and spatial processing views of perirhinal cortex through task-relevant unitization. **Hippocampus**, [s. l.], v. 31, n. 7, p. 737-755, 2021. Disponível em: <https://scholar.google.com/citations?user=N8SBeCQAAAAJ&hl=en>. Acesso em 18 Feb. 2022.

FIORILLI, Julien Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ulzq5_X7UgU. Acesso em: 18 Feb. 2022.

GABRIEL, Markus. **Eu não sou meu cérebro**: filosofia do espírito para o século XXI. Petrópolis: Editora Vozes, 2018.

GARDNER, Howard. **The mind 's new science**: a history of the cognitive revolution. New York: Basic Books, 1988.

GAZZANIGA, Michael S. **¿Qué nos hace Humanos?**. la explicación científica de nuestra singularidad como especie. Barcelona: Paidós, 2010.

GAZZANIGA, Michael S. **The Cognitive Neurosciences**. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2004.

GAZZANIGA, Michael S; IVRY, Richard B.; MANGUN, George R. **Cognitive neuroscience**: the biology of the mind. 5th ed. New York: W.W. Norton & Company, 2019.

GELDER, Tim Van. Monism, Dualism, Pluralism. **Mind and Language**, v. 13, n. 1, p. 76-97, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2629327_Monism_Dualism_Pluralism. Acesso em: 03 Oct. 2021.

GENTNER, Dedre. Cognitive science is and should be pluralistic. **Topics in Cognitive Science**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 884-891, 2019. Disponível em: https://cogsci.ucsd.edu/~nunez/NatureHB_TopiCS_etc/7.Gentner-2019-Topics_in_Cognitive_Science.pdf. Acesso em: 12 Nov. 2020.

GERSHENSON, Carlos. Contextuality: a philosophical paradigm, with applications to philosophy of cognitive science, University of Sussex, p. 1-8, 2002a. Disponível em: <https://turing.iimas.unam.mx/~cgg/cogs/doc/PhilCogSci2-Contextuality.htm>. Acessado em 25 Sept. 2021.

GERSHENSON, Carlos. Guiding the Self-Organization of Cyber-Physical Systems. **Frontiers in Robotics and AI**, [s. l.], v. 7, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00041>. Acessado em 25 Sept. 2021.

GERSHENSON, Carlos. Where is the problem of “Where is the mind?” University of Sussex, p. 1-3, 2002b. Disponível em:

<https://turing.iimas.unam.mx/~cgg/cogs/doc/PhilCogSci2-Mind-Essay.htm>

GERSHENSON, Carlos. Comments to Neutrosophy. [s. l.], 2001. Acessado em 25 Sept. 2021.

GONZÁLEZ, Juan C.; OJEDA MARTÍNEZ, Rosa Icela. Francisco Varela y el desarrollo de las Ciencias cognitivas en América Latina. **Polis Revista Latinoamericana**, Santiago, v. 15, n. 44, p. 381-391, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/s0718-65682016000200017>. Acesso em: 20 nov. 2018.

GRIFFITHS, Paul E.; STOTS, Karola. How the mind grows: a developmental perspective on the biology of cognition. **Synthese**, [s. l.], v. 122, p. 29-51, 2000. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/20118242?refreqid=excelsior%3A90a9d763c63c82c968d1b13611b8735>. Acessado em 10 Nov. 2020.

HAUGELAND, John. **Having Thought**: essays in the metaphysics of mind. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

HEISENBERG, Werner. **Física e Filosofia**. 2.ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1987.

HUMAN BRAIN PROJECT. (C2013). Disponível em: <https://www.humanbrainproject.eu/en/>. Acesso em: 18 Fev. 2022.

HUTCHINS, Edwin. Cognitive Ecology. **Topics in Cognitive Science**, [s.l.], v.2, p. 705-715, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227687633_Cognitive_Ecology. Acesso em: 10 Feb. 2020.

JESSELL, Thomas; KANDEL, Eric. Introduction: one decade of neuron, six decades of neuroscience. **Neuron**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 367-369, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80980-0](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80980-0). Acesso em: 18 Dec. 2019.

KANDEL, Eric. **Mentes diferentes**: o que cérebros incomuns revelam sobre nós. Barueri: Manole, 2020.

KANDEL, Eric. **Principios de Neurociencias**. 5 ed. Porto Alegre: artmed, 2014.

KANDEL, Eric; SQUIRE, Larry R. Neuroscience: Breaking down scientific barriers to the study of brain and mind. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [s. l.], v. 935, p. 118-135, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb03477.x>. Acesso em 20 Dec. 2020.

KARMILOFF-SMITH, Annette; CLARK, Andy. What's special about the development of the human mind/brain? **Mind & Language**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 569-581, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0017.1993.tb00305.x>. Acesso em 20 Oct. 2020.

KELSO, Scott.; ENGSTRØM, David. **The complementary nature**. Cambridge: MIT Press, 2006.

KUHN, Thomas. **O caminho desde a estrutura**: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica. 2 ed. São Paulo: Unesp, 2017.

LUCA, Felipe Augusto De. Contra Darwin: breve abordagem sobre a teoria organísmica de J. Uexkull, K. Goldstein e G. Canguilhem, **Ipseitas**, São Carlos, v. 2, n. 2, p. 57-82, 2016. Disponível em: <http://www.revistaipseitas.ufscar.br/index.php/ipseitas/article/view/65>. Acesso em 25 Sept. 2021.

MARTÍNEZ-FREIRE, Pascual F. El enfoque enactivo en las ciencias cognitivas. **Ludus Vitalis**, [s. l.], v. XIV, n. 26, p. 129-140, 2006. Disponível em: http://ludus-vitalis.org/html/textos/26/26-07_martinez-freire.pdf. Acesso em 20 nov. 2018.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **Autopoiesis and cognition: the realization of the living**. Boston: D. Reidel Publishing Company, 1980.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **De máquinas y seres vivos**. Autopoiesis: a organización de lo vivo. 5 ed. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1994.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas do entendimento humano. São Paulo: editorial Psy, 1995.

MENARY, Richard. **Cognitive integration**: mind and cognition unbounded. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

MILDNER, Vesna. **The cognitive neuroscience of human communication**. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

MIŁKOWSKI, Marcin. From computer metaphor to computational modeling: the evolution of computationalism. **Minds and Machines**, [s. l.], v. 28, p. 515-541, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9468-3>. Acesso em: 26 July. 2021.

MILLER, George A. The cognitive revolution: a historical perspective. **Trends in Cognitive Sciences**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 141-144, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00029-9). Acesso em Mar. 2019.

MITCHELL, Melanie. A complex-systems perspective on the ‘ computation vs . dynamics ‘ debate in cognitive science, 1998. Disponível em: <https://www.santafe.edu/research/results/working-papers/a-complex-systems-perspective-on-the-computation-v>. Acessado em 20 Oct. 2021.

MITCHELL, Sandra D. **Biological Complexity and Integrative Pluralism**. New York: Cambridge University Press, 2003.

NAGATAKI, Shoji; HIROSE, Satoru. Phenomenology and the third generation of cognitive science: towards a cognitive phenomenology of the body. **Human Studies**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 219-232, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226400093_Phenomenology_and_the_Third_Generation_of_Cognitive_Science_Towards_a_Cognitive_Phenomenology_of_the_Body. Acesso em: 12 Sept. 2021.

NICOLELIS, Miguel. **Muito além do nosso eu: a nova neuriciência que une cérebro e máquinas e como ela pode mudar nossas vidas**. São Paulo: Companhia Das Letras, 2011.

NICOLELIS, Miguel. **O verdadeiro criador de tudo: como o cérebro humano esculpiu o universo como nós o conhecemos**. São Paulo: Planeta, 2020.

NOUVEL, Pascal. **A arte de amar a ciência**. São Leopoldo: Unisinos, 2001.

PERUZZO JÚNIOR, Léo; STROPARO, Amanda Luiza. Processos cognitivos e mente estendida: uma metáfora neofuncionalista? **Natureza Humana**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 34-39, 2020. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1517-24302020000100003. Acesso em: 10 jan. 2021.

PESSIS-PASTERNAK, Guitta. **Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1992.

PICCININI, Gualtiero. Jean-Pierre Dupuy, the mechanization of mind: on the origins of cognitive science. Book Review. **Minds and Machines**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 448-453, 2002. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/PICJDT>. Acessado em 20 Nov. 2020.

PICCINNI, Gualtiero. Book Reviews: Theory and Method in the neurosciences. **Philosophy of Science**, [s. l.], v. 68, n. 4, p. 584-588, 2001. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/MACTAM-11>. Acesso em: 10 Feb. 2021.

PORT, Robert F.; VAN GELDER, Timothy (eds.). **Mind as motion: explanations in the dynamics of cognition**. Cambridge: MIT Press, 1995.

POTOCHNIK, Angela; SANCHES DE OLIVEIRA, Guilherme. Patterns in Cognitive Phenomena and Pluralism of Explanatory Styles. **Topics in Cognitive Science**, [s. l.], v. 12, p. 1306–1320, 2019. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/POTPIC-2>. Acesso em 18 Sept. 2021.

PRINZ, Jesse. In COLOMBO, Matteo; IRVINE, Elizabeth; STAPLETON, Mog (eds). **Andy Clark and his critics**. New York: Oxford University Press, 2019.

PYLYSHYN, Zenon W. Computation and cognition: issues in the foundations of cognitive science. **Behavioral and Brain Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 111–132, 1980. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0140525X00002053>. Acesso em 20 Mar. 2019.

QUARTZ, Steven R. The constructivist brain. **Trends in Cognitive Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 48–57, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01270-4](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01270-4). Acesso em 20 Oct. 2021.

QUARTZ, Steven R.; SEJNOWSKI, Terrence J. The neural basis of cognitive development: a constructivist manifesto. **Behavioral and Brain Sciences**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 537–596, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0140525X97001581>. Acesso em 20 Oct. 2021.

REUTER-LORENZ, Patricia A.; BAYNES, Kathleen; MANGUN, George R.; PHELPS, Elizabeth A (eds). **The Cognitive Neuroscience of Mind: a tribute to Michael S. Gazzaniga**. Cambridge: MIT Press, 2010.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ROLLA, Giovanni. A tensão epistemológica no programa de pesquisa sobre cognição corporificada. **Pensando revista de Filosofia**, [s. l.], v. 9, n. 17, p. 290–304, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/pensando/article/view/7382>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ROLLA, Giovanni; DE CARVALHO, Eros Moreira. O desafio da integração explanatória para o enativismo: escalonamento ascendente ou descendente. **Prometheus Journal of Philosophy**, [s. l.], v. 12, n.33, 2020. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/prometeus/article/view/13812>. Acesso em: 20 dez. 2020.

ROLLA, Giovanni; FIGUEIREDO, Nara. Bringing forth a world, literally. **Phenomenology and the Cognitive Sciences**, [s. l.], p. 1–27, 2021. Disponível em: [Bringing forth a world, literally | SpringerLink](https://www.springer.com/phenomenology-and-the-cognitive-sciences). Acesso em: 10 Sept. 2021.

ROWLANDS, Mark. Against methodological solipsism: the ecological approach. **Philosophical Psychology**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 5–24, 1995. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/247516010_Against_methodological_solipsism_The_ecological_approach. Acesso em: 20 June 2021.

ROWLANDS, Mark. Extended cognition and the mark of the cognitive. **Philosophical Psychology**, [s. l.], v. 22, n.1, p. 1–19, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220041580_Extended_Cognition_and_the_Mark_of_the_Cognitive. Acesso em 10 Feb 2021.

RUPERT, Robert D. Challenges to the hypothesis of extended cognition. **The Journal of Philosophy**, [s. l.], v. 101, n. 8, p. 389–428, 2004. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/RUPCTT>. Acesso em: 30 Oct. 2020.

SHAPIRO, Lawrence. **Embodied cognition**. New York: Routledge, 2011.

SHAPIRO, Lawrence; STOLZ, Steven A. Embodied cognition and its significance for

education. **Theory and Research in Education**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 19–39, 2018. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1477878518822149>. Acesso em: 10 Dec. 2019.

SIMON, Herbert A. The architecture of complexity. **Proceedings of the American Philosophical Society**, [s. l.], v. 106, n. 6, p. 467-482, 1962. Disponível em: <https://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/ArchitectureOfComplexity.HSimon1962.pdf>. Acesso em: 18 July 2019.

SKARDA, Christine A.; FREEMAN, Walter J. How brains make chaos in order to make sense of the world. **Behavioral and Brain Sciences**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 161-173, 1987. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/201841013_How_Brains_Make_Chaos_in_Order_to_Make_Sense_of_the_World. Acesso em: 20 Jan. 2020.

SOUZA, Eliane Cristina Borges de. **A teoria de mundo-próprio de Jakob Von Uexküll: entre a metafísica e o naturalismo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Centro de Ciências Humanas e Naturais Programa de Pós-Graduação em Filosofia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/6273>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SPENCER, John P; SCHÖNER, Gregor. Bridging the representational gap in the dynamic systems approach to development. **Developmental Science**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 392-412, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/215991558_Bridging_the_representational_gap_in_the_dynamic_systems_approach_to_development. Acesso em: 20 Nov. 2020.

SQUIRE, Larry R.; KANDEL, Eric R. Cognitive neuroscience Editorial overview. **Current Opinion in Neurobiology**, [s. l.], v. 3, p. 147–149, 1993. Disponível em: <https://ur.booksc.eu/book/25045134/997299>. Acesso em: 20 Oct. 2020.

STEIN, Sofia Inês Albornoz. Thinking about the content of thoughts: advance or regression? **Cognitio**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 173-186, 2014. Disponível em: <https://unisinus.academia.edu/SofiaStein>. Acesso em: 07 Fev. 2022.

STEIN, Sofia Inês Albornoz. Turning mental expressions' reference into neural flexible activations (3WN). **Dissertatio**, Pelotas, v. suplementar 5, 2017. Disponível em: <https://unisinus.academia.edu/SofiaStein>. Acesso em: 07 Fev. 2022.

STEIN, Sofia Inês Albornoz. O fim das ilusões: terapia filosófica e neuropragmática. **Estado da Arte**. 2020. Disponível em: <https://estadodaarte.estadao.com.br/fim-ilusoes-neuropragmatica-stein/>. Acesso em: 07 Fev. 2022.

STEIN, Sofia Inês Albornoz. Perspectivismo neutro. **Estado da Arte**. 2021. Disponível em: <https://estadodaarte.estadao.com.br/stein-perspectivismo-neutro/>. Acesso em: 07 Fev. 2022.

STEWART, John; GAPENNE, Olivier; DI PAOLO, Ezequiel A.(eds). **Enaction: toward a new paradigm for cognitive science**. Cambridge: MIT Press, 2010.

STILES, Joan. Neural plasticity and cognitive development. **Developmental**

Neuropsychology, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 237-272, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/12052494_Neural_plasticity_and_cognitive_development. Acesso em: 20 Oct. 2020.

STRUBE, Gerhard. Cognitive science: overview. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, [s. l.], p 2158-2166, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/referencework/9780080430768/international-encyclopedia-of-the-social-and-behavioral-sciences>. Acesso em Dec. 2019.

SUTTON, John. Exograms and interdisciplinarity: history, the extended mind, and the civilizing process. In: Richard Menary (ed), **The extended mind**. MIT Press. p. 189-225, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259742361_Exograms_and_Interdisciplinarity_History_the_Extended_Mind_and_the_Civilizing_Process. Acesso em: 10 Feb. 2021.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **Filosofia e Ciência Cognitiva**. [S. l.]: Editora Vozes, 2004.

THAGARD, Paul. Cognitive Science. In: STANFORD encyclopedia of philosophy. Stanford: Stanford University, c2018. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/cognitive-science/> Acesso em: 20 July. 2020.

THAGARD, Paul. **Mente**: introdução à ciência cognitiva. Porto Alegre: Artemed, 1998.

THAGARD, Paul. Why cognitive science needs philosophy and vice versa. **Topics in Cognitive Science**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 237-254, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1756-8765.2009.01016.x>. Acesso em: 10 Jan 2020.

THELEN, Esther; SCHÖNER, Gregor; SCHEIER, Christian; SMITH, Linda B. The dynamics of embodiment : a field theory of infant perseverative reaching. **Behavioral and brain sciences**, v. 24, n.1, p. 1-86, 2001. Disponível em: <https://www.cs.utexas.edu/~jsinapov/teaching/cs378/readings/W4/S0140525X01003910a.pdf>. Acesso em: 20 Dec. 2020.

THOMPSON, Evan. **Mind in Life**: biology, phenomenology, and the sciences of mind. Cambridge: Harvard University Press, 2007.

THOMPSON, Evan; COSMELLI, Diego. Brain in a vat or body in a world? brainbound versus enactive views of experience. **Philosophical Topics** [s. l.],v.30, n1, p.163-180, 2011. Disponível em: <https://evanthompsondotme.files.wordpress.com/2012/11/thompsoncosmelli.pdf>. Acesso em: 30 Mar. 2020.

VARELA, Francisco. **Conhecer**: as ciências cognitivas, tendências e perspectivas. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.

VARELA, Francisco. Steps to a science of interbeing: unfolding ilmplicit the dharma in modern cognitive science, p.71-89. In: WATSON, Gay; BACHELOR, Stephen;

CLAXTON, Guy (eds). **The psychology of awakening**: buddhism, science and our day to day lives. New York: Rider, 1999.

VARELA, Francisco; LACHAUX, Jean-Phillipe; RODRIGUES, Eugenio; MARTINERIE, Jacques. The brainweb: phase synchronization and large-scale integration. **Nature Reviews Neuroscience**, [s. l.], v.2, n.4, p.229-239, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/12049431_The_Brainweb_Phase_Synchronization_and_Large-Scale_Integration. Acesso em: 17 July 2021.

VARELA, Francisco; MATURANA, Humberto; URIBE, R. Autopoiesis: the organization of living systems, its characterization and model. **Biosystems**, [s. l.], v.5, p.187-196, 1974. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/biosystems/vol/5/issue/4>. Acesso em: 20 Aug. 2019.

VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan; ROSCH, Eleanor. **The embodied mind**: cognitive science and human experience. Cambridge: MIT Press, 1991.

VASCONCELLOS, Silvio José Lemos; VASCONCELLOS, Cristiane Teresinha de Deus Virgili. Uma análise das duas revoluções cognitivas. **Psicologia em Estudo**, [s. l.], v.12, n.2, p.385-391, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/jhhyKBxFzGpYFY3cV6JX5PN/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2019.

VILLALOBOS, Mario; DEWHURST, Joe. Why post-cognitivism does not (necessarily) entail anti-computationalism. **Adaptive Behavior**, [s. l.], v.25, n.3, p.117-128, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1059712317710496>. Acesso em 18 Sept. 2020.

VON ECKARDT, Barbara. **What is Cognitive Science?** Cambridge: MIT Press, 1995.

VON UEXKÜLL, Jakob. **Dos animais e dos homens**. Lisboa: Editora Livros do Brasil, 1998.

VON UEXKÜLL, Jakob. The new concept of umwelt: a link between science and the humanities. **Semiotica**, [s. l.], v.134, p.111-123, 2001. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/UEXTNC>. Acesso em: 20 Oct. 2021.

WILSON, Robert A; CLARK, Andy. How to situate cognition: letting nature take its course. In: AYDEDE, Murat; ROBBINS, Philip. (eds) **The cambridge handbook of situated cognition**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511816826.004>. Acesso em 10 Jan 2020.

WUKETITS, Franz M. The Philosophy of Donald T. Campbell: A Short Review and Critical Appraisal. **Biology & Philosophy**, [s. l.], v.16, n.2, p.171-188, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263300609_The_Philosophy_of_Donald_T_Campbell_A_Short_Review_and_Critical_Appraisal. Acesso em: 18 May 2021.

ZIGMOND, Michael J.; BLOOM, Floyd E.; LANDIS, Story C.; ROBERTS, James L.;

SQUIRE, Larry R. (eds). **Fundamental Neuroscience**. 1st ed. San Diego: Academic Press, 1999.