PUCRS

ESCOLA DE HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA
DOUTORADO EM FILOSOFIA

DIOGO FERNANDO MASSMANN

A HIPÓTESE COMUNICAÇÃO-LINGUAGEM PARA A EVOLUÇÃO DA CONSCIÊNCIA

Porto Alegre
2024

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*

Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

DIOGO FERNANDO MASSMANN

A Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência

Tese de Dourorado apresentada como requisito para a obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Escola de Humanidades da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Nythamar de Oliveira

Porto Alegre

2024

Ficha Catalográfica

M418h Massmann, Diogo Fernando

A Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência / Diogo Fernando Massmann. – 2024.
569.
Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Filosofia, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Nythamar H Fernandes De Oliveira.

1. Cognição. 2. Representações. 3. Consciência. 4. Linguagem. 5. Evolução. I. De Oliveira, Nythamar H Fernandes. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária responsável: Clarissa Jesinska Selbach CRB-10/2051

SUMÁRIO

Dedicatória.....10

Agradecimentos.....11

Citação.....15

Prefácio.....17

Lista de Abreviações.....26

Resumo.....37

Introdução.....40

PARTE I

A INTERAÇÃO ENTRE A COGNIÇÃO E A CONSCIÊNCIA E A EVOLUÇÃO DA LINGUAGEM

Capítulo 1

Background Teórico-Conceitual e a Relação entre a Cognição e a Consciência.....56

Seção 1. Os Problemas da Consciência e a Função da Consciência.....56

1.1. O Problema da Consciência em Sentido Geral.....58
1.2. As Questões Explicativa e Descritiva da Consciência.....60

1.3 O Problema Funcional da Consciência.....61

1.4. A Função Causal da Consciência.....62

1.5. Consciência, Controle Cognitivo e Tomada de Decisão.....65

Seção 2. As Expressões Emocionais.....77

2.1. Teorias das Expressões Emocionais: um breve panorama.....79

2.2. As Expressões Emocionais como Estados de Registro e Resposta do Organismo.....90

Seção 3. A contribuição da Hipótese do Marcador-Somático e da Teoria da Alta-Ordem da Consciência Emocional para a Hipótese de Trabalho.....96

3.1. A Hipótese do Marcador Somático.....96

3.2. A Hipótese de Alta-ordem da Consciência Emocional.....102

Seção 4. Conceitos e Modalidades da Consciência.....110

4.1. Conceitos de Consciência.....112

4.2. Modalidades de Consciência.....118

Seção 5. Uma Miríade de Modelos da Consciência.....122

5.1. Modelos de Integração da Informação.....123

5.1.1. Aparte sobre a Síndrome do Encarceramento (Locked-in Syndrome) e IIT.....125

5.2. Modelos de Alta-ordem.....129

5.3. Modelos Cognitivistas.....132

5.4. Modelos Neuronais.....136

5.5. Os Modelos em Jogo: os modelos relevantes para a Hipótese de Trabalho.....140

Seção 6. Cognição, Representações de Alta-Ordem e Consciência.....148

6.1. Memória de Trabalho: um panorama.....152

6.2. Phonological Loop: um dispositivo para a Linguagem.....155

6.2.1 Phonological Loop e Sintaxe.....157

6.3. Visuo-spatial SketchPad: um dispositivo para informações visuais e espaciais.....160

6.3.1. VSSP e SLI: há evidências de interação com a linguagem?.....163

6.4. Central Executiva.....164

6.4.1. A Relação entre a Central Executiva, a Atenção Seletiva e a Memória de Longo-Prazo 166

6.5. Episodic Buffer.....171

6.6. Modelos Alternativos e Críticas.....173

6.7. Memória de Trabalho e Cérebro: a perspectiva da neurociência cognitiva.....176

6.8. Consciência e Cognição: o Mecanismo Consciente, a Memória de Trabalho e a Atenção Seletiva.....181

6.9. Consciência e Memória de Trabalho: os diferentes papeis desta interação.....182

6.10. Consciência e Atenção: Dissociação Dupla ou Singular.....194

6.11. Teorias de Primeira-Ordem e de Ordem-Superior.....200

Capítulo 2

Comunicação Animal e Linguagem e Consciência 203

Seção 1. Sinalização Animal em Geral.....205

1.1. A Comunicação Animal em Invertebrados e Vertebrados: dois casos paradigmáticos na literatura.....209
1.1.1. Sinalização Comportamental.....210
1.1.2. Sinalização por Vocalizações.....213

Seção 2. Comunicação Animal e Linguagem em Humanos.....216

2.1. A comunicação Animal e a Linguagem em Humanos seriam realmente distintas?.....216

2.1.1. Falsa Sinalização.....216

2.1.2. Estímulo Dependência.....218

2.1.3. Aboutness ou o "Acerca de" do Sinal.....220

2.1.4. Efeito Audiência.....221

2.1.5. A Sinalização Animal e as Relações Ecológicas Harmônicas e Desarmônicas...221

Seção 3. Panorama Teórico-Conceitual para a Evolução da Linguagem: as hipóteses filosóficas e linguísticas.....231

3.1. Emergentismo.....231

3.2. Essencialismo Generativo.....235

3.3. Essencialismo Adaptacionista.....242

Seção 4. O Valor do Debate Essencialismo Generativo vs Adaptacionista para a Hipótese de Trabalho.....251

4.1. O Sistema Cognitivo Computacional.....251

4. 2. Gradualismo, Comunicação, Sociabilidade e Cooperação.....254

4.3. Uma Síntese dos Modelos de Evolução da Linguagem.....259

Seção 5. Os Modelos Neuronais da Linguagem.....261

5.1. Alguns Modelos Neuropsicológicos da Linguagem.....261

5.1.1. Afasia Progressiva Primária..... 261

5.1.2. Dispraxia Verbal do Desenvolvimento.....266

5.2. A Codificação de Palavras na Cronometria dos Processos Linguísticos.....271

5.3. Os Efeitos da Estimulação Elétrica em Linguagem.....276

5.4. O Mapeamento Encefálico da Linguagem.....280

5.5. Um Breve Aparte sobre a Aquisição da Linguagem.....284

5.6. Redes Funcionais que Categorizam a Linguagem.....286

5.6.1. Conexões Funcionais na Rede Padrão da Linguagem (Default Language Network).....287

5.7. O Circuito Neural da Linguagem.....291

5.7.1. Processos Botton-up no Córtex Temporal: da percepção auditiva a palavras e frases.....292

5.7.2. Nível Intermediário (do córtex temporal para o frontal) de Computação Simbólica.....294

5.7.3. Processamento Computacional Simbólico Top-down: do córtex frontal inferior ao córtex temporal.....295

5.8. Redes Funcionais de Larga-Escala.....297

5.8.1. O Sistema Semântico.....298

5.8.2. O Sistema de Demanda Múltiplo.....300

5.8.3. A Rede de Modo Padrão (DMN) e o Self-Processing.....300

5.8.4. O Sistema de Teoria da Mente.....301

5.8.5. A Rede de Saliência.....302

5.9. Alguns Insight acerca dos Modelos de Redes de Correlação Funcional.....302

Seção 6. Memória de Trabalho, Consciência e Linguagem: um intercâmbio.....307

6.1. Prelúdio ao Intercâmbio entre a Cognição e a Consciência para a Origem da Linguagem.....307

6.2. A Co-Evolução Consciência-Linguagem.....310

Parte II

A EVOLUÇÃO E A FUNÇÃO DA CONSCIÊNCIA

Capítulo 3

A Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência (CLEC).....316

Seção 1. O Argumento da Hipótese de Trabalho.....319

1.1. O Argumento Demonstrado em Três Estágios de Desenvolvimento.....329
1.1.1. Estágio 1.....329
1.1.2. Estágio 2.....333
1.1.3. Estágio 3.....339
1.1.4. Considerações Gerais.....352

Seção 2. A Abordagem Filogenética da Consciência.....354

2.1. A Perspectiva Filogenética nos Estudos da Consciência.....357

2.2. Os Blocos de Construção da Consciência.....359

2.1. Representações Internas.....362

2.2. Memória de Trabalho 367

2.3. Atenção Seletiva.....372

2.4. Consciência.....377

2.5. Linguagem: Know-How, Vida Social e Cooperação.....381

2.5.1. Know-How Tecnológico.....382

2.5.2 Cooperação entre não-parentes.....384

2.5.3. Sociabilidade.....385

Seção 3. Consciência em Animais Humanos e Não-Humanos.....387

3.1. Estratégias Metodológicas e Modelos Animais de Consciência.....388

3.1.1. Referencial Humano.....391

3.1.2. Referenciais em Animais Não-Humanos.....395

3.1.2.1. Primatas.....395

3.1.2.2. Aves.....396

3.1.2.3. Cefalópodes.....398

3.1.3. Estudos sobre a Percepção.....400

3.1.4. Estudos Comparativos em Raciocínio Avaliativo.....401

3.1.5. Tarefas sobre Unidade de Consciência e Integração no Tempo.....403

3.1.6. Tarefas sobre a Integração Através do Tempo.....405

3.1.7. Pesquisas sobre Autoconsciência.....407

3.2. Síntese.....409

Seção 4. O Papel da Linguagem na Evolução da Consciência de Alta-ordem.....410

4.1. Consciência de Alta-Ordem e Linguagem.....413

4.1.1. Consciência de Alta-ordem.....414

4.1.2. Consciência Estendida.....416

4.1.3. Consciência Autonoética.....419

4.2. Síntese.....421

Seção 5. As Críticas, os Limites e o Alcance da Hipótese CLEC.....422

5.1. Críticas.....423

5.1.1. Afantasia e Hiperfantasia.....423

5.1.1.1. Resposta.....427

5.1.2. Críticas a partir dos Modelos 4 Es +.....430

5.1.2.1. Comentário.....431

5.1.3. Limitações Neurotecnológicas.....432

5.1.3.1. Comentário.....433

5.1.4. Reducionismo e Lacuna Explicativa.....434

5.1.4.1. Resposta.....436

5.1.5. Um Problema da Consciência ou Múltiplos Problemas da Consciência?.....437

5.1.5.1. Resposta.....438

5.1.6. Consciência de Acesso e Consciência Fenomenal.....439

5.1.6.1. Resposta.....440

5.1.7. A consciência tem Realmente uma Função?.....440

5.1.7.1. Comentário.....442

5.2. Alcance e Limitações.....444

5.2.1. Quanto ao Objetivo da Hipótese de Trabalho.....444

5.2.2. O Estado Arte da Pesquisa em Neurofilosofia da cCnsciência.....445

Seção 6. Apêndice: Perspectivas Futuras: Fenômenos Paralelos e Potenciais Predições.....448

6.1. Fenômenos Paralelos.....448

6.1.1. Empatia: segundo a Neurociência Cognitiva e Social.....448

6.1.1.1. A Base Neurocientífica da Empatia.....453

6.1.2. Codificação Neural, Processamento Informacional, Representações Internas.....456

6.1.2.1 Processamento Informacional.....457

6.1.2.2. Codificação Neural.....461

6.1.2.3. Codificação Neural e Representações.....470

6.2. Potenciais Predições.....477

6.2.1. O modelo proposto não prevê vários aspectos importantes.....478

6.2.1.1. Consciência Animal.....476

6.2.1.2. Quando e em que Ritmo a Consciência Evoluiu.....476

6.2.1.3. Representações de Primeira e Alta-ordem, Local e Distribuída.....477

6.2.1.4. Correlatos Neurais do Mecanismo Consciente.....478

6.2.1.5. Processamento Não-Consciente e Consciente da Linguagem.....479

Considerações Finais e Futuras Perspectivas.....480

Referências.....484

DEDICATÓRIA

A Vanessa que fez a minha vida melhor,

A Maria Inez que me ensinou a enxergar

E

A Pedro Emílio (em memória) que me ensinou a sonhar.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, eu quero lembrar do suporte que eu recebi da minha mãe, Maria Inez, da minha irmã, Vanessa Laís, e do meu pai Pedro (em memória). Vale ressaltar que sem o apoio deles, eu nem poderia ter começado a colocar em movimento os meus propósitos de vida alusivos à prática da pesquisa para propiciar o conhecimento e aos potenciais efeitos sociais futuros oriundos dele. Eu tenho sorte de ter a família que eu tenho. Ela entendeu, na primeira vez que propus, que eu iria perseguir o meu propósito e o quanto isso era importante para mim. Se eu tiver sorte, quem sabe, isso poderá ser relevante de algum modo. Talvez, isso poderá prover algum resultado para algum problema significativo e, por fim, quiçá, amparar em um certo sentido às pessoas, aos animais e à natureza mais expostos às condições ameaçadoras.

Anteriormente, eu me deparava com uma escolha que poderia definir muito a minha vida futura. Sem o firmamento familiar, isso não teria sido possível e, porventura, eu poderia não ser quem sou hoje, com os meus conhecimentos, os meus atributos psicológicos e os meus valores. Ora, todos sabem que a vida na pesquisa não é fácil no Brasil. Sem embargo, com altos e baixos, a atividade de pesquisa é, ao menos parcialmente, amparada pela família, não menos que para a maior parcela de pesquisadores inseridos na realidade acadêmica brasileira pública e privada. Nos piores momentos, na fase da incerteza, da dúvida cambaleante, foi a minha família que acreditou em mim e me resguardou. Indubitavelmente, isso é ensejado por firmes laços fraternos e imbuídos dos melhores e mais altivos sentimentos, ao passo que, as pessoas renunciaram à muitas coisas para cooperar com um membro da família. Destarte, é à minha família que eu devo reconhecimento absoluto. Aditivamente, desejo englobar toda a minha família, contendo os tios e tias, os primos e as primas, o meu cunhado Ezequiel, mas destacadamente, o meu avô, Ubaldo Guido Mallmann, que conferiu estima e me motivou a iniciar a viagem pela pesquisa enquanto um trajeto considerado digno e também vital para a sociedade.

Além do núcleo familiar, é notório mencionar aqueles que tiveram e têm aquelas relações institucionais, aqueles que deram e dão suporte social e que guardaram e

guardam conexões comigo. Incialmente, eu considero salutar agradecer e reconhecer ao professor Dr. Nythamar de Oliveira. O professor Nythamar que, além de grande pesquisador, foi um professor, amigo e orientador raro e valioso para mim e a minha pesquisa. Nas disciplinas de "Introduction to Neurophilosophy", ministradas por ele, eu pude exercitar as minhas habilidades, adquirir conhecimento inestimável ao meu trabalho de pesquisa e pude receber precisos conselhos e orientações sobre como conduzir a pesquisa e a minha careira acadêmica. Ademais, as direções e as referências manifestadas por ele se tornaram guias que conferiram qualidade, objetividade e relevância para a minha pesquisa. Enfim, cabe sublinhar que as sugestões recebidas, que eu procurei seguir, conferiram uma importante confiança para continuar em frente, elaborando uma hipótese de trabalho original acerca de um problema altamente relevante para a Neurofilosofia.

É significativo aludir à meritória participação da banca examinadora durante o processo de qualificação, que pontuou importantes quesitos que foram seguidos para aperfeiçoar o trabalho. Desse modo, eu preciso agradecer aos membros da banca de defesa de tese de doutorado, a saber, Beatriz Sorrentino Marques, Mariana Broens, Gabriel Mograbi, Jaderson Costa da Costa e Osvaldo Frota Pessoa Junior pelas profícuas e rigorosas recomendações que cooperaram para transformar o texto em algo mais minucioso, coerente e bem fundamentado.

Complementarmente, eu queria reconhecer e agradecer a colaboração de dois pesquisadors durante a elaboração do meu projeto de pesquisa, cuja as ideias, ainda ressoaram na execução da pesquisa. Primeiramente, devo agradecer a contribuição seminal do professor Dr. Yossi Zana, do PPG em Neurociências Cognitivas da UFABC, na qual, as discussões e demais colaborações iniciais foram produtivas para a estruturação do projeto. O professor Dr. Yossi Zana também contribuiu com relevantes insights quanto a base teórica e a fundamentação empírica do projeto. Posteriormente, as conversas com o professor Dr. Tadeu Mello e Souza, do PPG em Neurociência Comportamental da UFRGS, propriciaram as consequentes contribuições estruturais, teóricas e experimentais.

Com respeito às pessoas, na qual, advém a amizade e que nós mantemos as nossas conexões mais fortes, tenho que reconhecer os meus amigos de infância Cássio Kraemer, Augusto Huppes, Guilherme Ullmann e Fernando Töbe. Esses são os amigos de tempos longínquos e que são conservados durante toda a vida. Esses são aos amigos que nós

podemos manter conversas e experiências de interesse mútuo, pois reconhecemos neles traços de personalidade, padrões de comportamento e valores. Ao mesmo tempo, sou obrigado a admitir que a minha rede de amigos próximos se estende para acoplar amigos de tempos mais intermediários e vigentes. Nesse sentido, eu tenha a obrigatoriedade de reportar à alguns nomes que eu conheci numa importante fase da minha vida pessoal e acadêmica na Unesp de Marília, no Estado de São Paulo, e que se mantém até a atualidade. Por isso, é indispensável anuir com relação às amigas Juliana Moroni, Lígia Botelho de Moraes e, principalmente, Amanda Botelho de Moraes. Certamente, essas são pessoas que eu comungo acerca de visões de mundo e que nós partilhamos experiências e sentimentos. Essas são pessoas que tornam a vida do outro melhor diante das adversidades e desafios da vida. Eu e a Amanda temos interesses mútuos em relação às adversidades e bem-aventuranças acadêmicas. Nós oferecemos suporte mútuo e ajuda um ao outro para enfrentar os contratempos e as instigações da vida. Essa é uma relação excepcional.

Adicionalmente, é essencial reconhecer aquelas amizades mais recentes que surgiram na época da Pandemia da Covid-19 e que foram altamente significativas. Destarte, é precioso reconhecer a relação com Adriana Ramón, que me instruiu e me incentivou a entender que é preciso estar bem consigo mesmo para levar os projetos da vida alinhados aos propósitos e, particularmente, Kênia Braga Barbosa, uma grande profissional da psicologia, com ideias inovadoras, e uma pessoa de muito bom coração. A relação com a Kênia foi muito importante para mim, numa época que todas as pessoas do planeta passaram por desafios severos (Pandemia de Covid-19) e partilhou comigo muitos insights sobre autoconhecimento, autodesenvolvimento, autocuidado e entusiasmo pela vida. Certamente, depois que eu a conheci, eu sou uma pessoa melhor devido à sua influência positiva e benéfica como profissional e pessoa. Mesmo morando em Portugal, nós ainda mantemos o vínculo e as esperanças. A Kênia foi uma preciosidade que eu encontrei, alguém que tem muito conhecimento da natureza humana e um alto grau de inteligência emocional e empatia. Desse modo, estou muito feliz por tê-la perto. Por fim, gostaria de reconhecer uma importante amizade também longe do Brasil. Özge Devezer Uslu é uma amiga bastante presente, na qual, nós compartilhamos certos traços de personalidade, modos de agir e perspectivas de mundo. Com Özge, eu tenho aqueles interesses acadêmicos mútuos e o amor por gatos, mas eu tenho curiosidade pelas atividades e interesses exclusivos dela, como a pintura. Ela também é uma

profissional da psicologia muito competente e uma pessoa única e extraordinária, e de notória inteligência emocional. Todas as relações descritas acima são altamente confiáveis e conferem razão para nós nos mantermos perto entre si, mesmo que o tempo de contato seja enorme. Assim, tudo indica que esse tempo irá aumentar muito ainda.

Naquilo que concerne às instituições e as agências, tenho que reconhecer que a PUCRS ofereceu todas as condições para realizar o meu trabalho de pesquisa. Particularmente, quero agradecer aos excelentes trabalhos da Biblioteca Central "Irmão José Otão", que configurou um espaço adequado à pesquisa, onde eu passei a maior parte do tempo. Sempre que houve alguma demanda ou necessidade, eu fui bem atendido. Especialmente, quero agradecer o competente trabalho dos colaboradores Wagner Silva de Souza, Fernando Martins Bernardes e Francione de Almeida Rodrigues. Assim também, necessito reconhecer o trabalho realizado pela Secretaria de Pós-Graduação da Escola de Humanidades da PUCRS, especialmente, aos colaboradores Felipe Verlindo e Lisiane Ramos do Prado da Secretaria do PPGF, pois sempre que a procurei para alguma orientação, eu recebi imediata e clara resposta, o que foi importante para resolver todas as minhas reivindicações acadêmicas. Eu tenho que reconhecer o formidável trabalho dos professores e demais colaboradores do PPGF, pois eu pude estudar e pesquisar em um programa de pesquisa com avaliação máxima e reconhecimento internacional. Ao mesmo tempo, quero mencionar os meus colaboradores-pesquisadores dos grupos AIRES-PUC/RS e RAIES-PUC/RS pela parceria nas realizações acadêmicas, como os eventos internacionais e as produções acadêmicas. No tocante a isso, queria agradecer pela colaboração de Nicholas Kluge e Nythamar de Oliveira na produção de artigos. Ademais, eu não poderia deixar de fora o quão importante foi para a minha pesquisa integrar e colaborar com os grupos de pesquisa, como o Grupo de Pesquisa em Neurofilosofia, coordenados pelos professores Nythamar de Oliveira e Jaderson Costa da Costa. Durante os nossos encontros, eu pude aprender muito sobre Filosofia da Mente, Neurociência Cognitiva, Biologia Evolutiva e Psicologia Cognitivo-Comportamental, algumas das áreas que serviram de base para o desenvolvimento da minha pesquisa. Por fim, é pertinente reconhecer a ajuda por meio da bolsa de pesquisa CAPES/PROEX, sem a qual, eu não poderia executar a minha pesquisa.

CITAÇÃO

"Sobre o "gênio da espécie". "O problema da consciência (mais precisamente de se tornar consciente de algo) só nos confronta quando começamos a compreender como poderíamosviver sem ela; e agora a fisiologia e a história dos animais nos colocam no início de tal compreensão... Pois poderíamos pensar, querer, lembrar, também poderíamos "agir" em todos os sentidos da palavra, e ainda assim nada disso teria para "entrar na nossa consciência"…A vida inteira seria possível sem que, por assim dizer, ela se olhasse num espelho... Para que serve, então, qualquer consciência quando ela é, em geral, supérflua? Agora, se você estiver disposto a ouvir minha resposta e a suposição talvez extravagante, parece-me que *a sutileza e a força da consciência sempre foram proporcionais à capacidade de comunicação do homem (ou animal), e a capacidade de comunicação, por sua vez, fosse proporcional à necessidade de comunicação*... Onde a necessidade e a indigência, por muito tempo, obrigam os homens a comunicarem-se e a compreenderem-se de forma rápida e subtil, o resultado final é um excesso desta força e arte de comunicação... Assumindo que esta observação está correta, posso agora passar à suposição de que essa *consciência desenvolvido apenas sob a pressão da necessidade de comunicação*; que desde o início foi necessário e útil apenas entre uma pessoa e outra… e que também se desenvolveu apenas na proporção do grau dessa utilidade. *A consciência é, na verdade, apenas uma rede de comunicação entre os seres humanos*: foi apenas, como tal, que teve de se desenvolver: um ser humano solitário vivendo como um animal predador não precisaria disso. O facto de as nossas acções, pensamentos, sentimentos e ações entrarem na nossa própria consciência - pelo menos uma parte deles - é o resultado de uma terrível obrigação, que durante muito tempo, governou o ser humano: sendo o animal mais ameaçado, ele precisava de ajuda e proteção, precisava dos seus pares, *teve que aprender a expressar a sua angústia e a fazer-se compreender* - e para tudo isso, ele precisava, acima de tudo, de "consciência", ele precisava "saber" o que lhe faltava, ele precisava "saber" como se sentia, ele precisava "saber" o que pensava. Pois bem, para dizer mais uma vez: o homem, como todo ser vivo, pensa continuamente sem "saber"; *o pensamento que chega à consciência é apenas a menor parte de tudo isso, a parte mais superficial e a pior parte* - pois só *esse pensamento consciente assume a forma de palavras, ou seja, sinais de comunicação, e esse fato revela a origem da consciência*. Em suma, *o desenvolvimento da linguagem e o desenvolvimento da consciência* (não a razão,

mas apenas a forma como a razão entra na consciência) *andam de mãos dadas*. Acrescente a isso que a linguagem não só serve de ponte entre os seres humanos, mas também de o olhar, o toque, o gesto, *o tornar-se consciente das impressões sensoriais na nossa própria consciência*, a capacidade de fixá-las e, por assim dizer, de exibi-las externamente, *aumentou na proporção da necessidade de comunicá-las aos outros por meio de sinais*. *O ser humano que inventa signos é ao mesmo tempo o ser humano que se torna cada vez mais consciente de si mesmo*: *apenas como animal social que o homem adquiriu autoconsciência* – ele aindo o faz, ele o faz cada vez mais. O meu pensamento, como se vê, é que a consciência não pertence realmente à existência individual do homem, mas antes à *sua natureza social ou de rebanho*; que, em consequência, apenas em relação com sua utilidade social ou de rebanho, ela se desenvolveu sutilmente, e que, portanto, cada um de nós, com toda a vontade que tenha para compreendermos tão individualmente quanto possível, para "conhecermos a nós mesmos", sempre traz à consciência, justamente, aquilo que não é individual, mas "médio" – que nosso próprio pensamento é continuamente suplantado, digamos, pelo caráter da consciência, pelo "gênio da espécie" que nela domina – e traduzindo de volta à perspectiva do rebanho".

Friedrich Nietzsche, Gaia Ciência: Aforismo 354, p. 247-8.

PREFÁCIO

Uma Abordagem Evolucionista da Consciência

Qualquer texto que seja intitulado no sentido de explicar o "Problema da Evolução da Consciência" deve começar com uma nota de humildade, todavia, nós começaremos com mais de uma:

Primeiro, os seres humanos não sabem como foi a origem da consciência. O filósofo Colin Mcginn, em 1991, no livro "*The Problem of Consciousness*", declarou que a ignorância humana era subdividida entre os problemas e os mistérios. Quando estamos diante de um problema, nós podemos não saber a solução, mas temos insights, acumulamos um conhecimento crescente sobre ele e temos uma vaga ideia dos objetivos que queremos atingir, ou seja, daquilo que buscamos. Porém, se estivermos diante de um mistério, nós ficamos entre assombrados e perplexos, sem ao menos termos alguma ideia das metas que poderemos atingir. O caso, aqui em questão, é um problema. Não obstantes, os mistérios são para pensamentos mais próximos do obscurantismo que continuamente apostam em inovações exclusivamente teóricas relegadas a um futuro distante a perder de vistas.

Segundo, nós não "descobrimos" o que sabemos, de fato, sobre a evolução da consciência. No decorrer do texto, há uma nítida separação entre o aspecto original do texto, as ideias que, de fato, são minhas e do meu orientador e aquilo que está presente na literatura. O que está presente na literatura foi selecionado de muitas disciplinas e teorias, que pareceram oferecer um *insight* inicial para o desenvolvimento do modelo proposto e a fundamentação teórica e experimental. O que foi proposto por nós é que a consciência evoluiu para a função comunicativa de estados internos em estados externos. O mecanismo consciente funciona como um coordenador da tradução de representações internas do organismo em representações extrínsecas, passíveis de decodificação por organismo que possuem o mesmo sistema. O sistema inclui o mecanismo consciente, a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional para gerar a linguagem, isto é, representações simbólicas. Tais representações simbólicas são representações de alta-ordem e não as representações que são as codificações diretas de estados circunscritos do organismo. Tal função significou um ganho evolutivo ao organismo, pois o organismo

poderia transmitir seus estados internos e características do ambiente aos seus pares que estão imersos no nicho cognitivo e ecológico. Especificamente, a originalidade consiste no arranjo especial que é feito entre a consciência, a cognição e a linguagem, neste caso, entre o mecanismo noético verbal, a memória de trabalho e os seus subcomponentes e o sistema cognitivo-computacional, para a tradução dos estados internos em externos, por meio da codificação informacional de representações simbólicas.

Terceiro, como ficará evidente ao ler todo o texto, explicitamente, na última seção (seção 6) do último capítulo (capítulo 3), o texto não prevê uma série de questões, enumeradas e comentadas, que são implicações diretas da hipótese de trabalho. O texto consiste em demonstrar como o mecanismo consciente coordena a atividade de codificação simbólica da memória de trabalho e do sistema cognitivo computacional, mas não prevê algo sobre os tipos de codificação neural em cada fase do processo, de processamento informacional em cada estágio, se o processamento informacional é ou não compatível com o processamento computacional e nem de qual tipo, se animais não-humanos têm ou não consciência desse tipo ou grau, quando e em qual ritmo a consciência evoluiu, se há um ou mais perfis de consciência, se as representações de primeira e alta-ordem são locais ou distribuídas, os correlatos neurais do processamento consciente, as diferenças entre processamento não-consciente e consciente à respeito da linguagem. O que se objetiva é, como dito acima, detalhar a relação entre os três sistemas, mecanismo consciência noético verbal, memória de trabalho e seus subcomponentes e o sistema cognitivo-computacional que codificam as informações implícitas para gerar as representações simbólicas extrínsecas. Este é o escopo da hipótese de trabalho. Todavia, todas as implicações acima podem ser trabalhadas, como é indicado na última seção do texto acerca das "potenciais predições e perspectivas futuras".

Deverás, há muito tempo, as pessoas ponderam o que a consciência realmente é. De fato, as pessoas usualmente pensaram a natureza da vida interna subjetiva da mente como qualquer coisa misteriosa possuindo uma essência qualitativa e fenomenal, só acessada pela introspecção. Nesse sentido, a consciência pode parecer muito diferente de outras funções biológicas apresentando as propriedades vaporosas, quase etéreas, e desvinculadas de qualquer coisa que possa ser produzida por células compostas de partículas físicas. Talvez, o que levou as pessoas a não conseguirem imaginar como as mesmas partículas materiais que compõem a matéria inanimada poderiam ser arranjadas a tornar algo vivo, sem acrescentar aquela essência imaterial especial e misteriosa, pode

ter provido a ideia que menos ainda a matéria inanimada poderia se organizar de modos tão complexos e intrincadas por meio de processos espontâneos e não guiados.

Nos últimos 30 anos, as ciências experimentais têm assestado a sua seta para alvejar o enigma da consciência sem lograr muita glória. O entusiasmo jovial das décadas de 80 e 90, assentadas reducionismo interteórico e interníveis, foram suplantadas por uma conduta mais crítica e autoreflexiva na década seguinte. Ora, a referência é sobre as pesquisas tanto correlacionais quanto causai,s quanto ao modelo explicativo, focadas em detalhar os correlatos e as causas dos processos conscientes, quanto aos seus conteúdos e estados.

No mesmo período também afloram as pesquisas filogenéticas compelidas pelas pesquisas de Edelman (Edelman, 1992) e Panksepp (Panksepp, 1998) que preconizaram o interesse pelos estudos concernente à consciência em animais não-humanos e os estudos comparativos que rastreavam as homologias e as diferenças entre as espécies, a origem e a função. Atualmente, se pode avistar um reverbério de tencionamento dessa atitude: de 2016 até 2020, um conjunto crescente de pesquisadores proeminentes, e outros nem tanto, espreitaram a consciência tendo em conta a indagação "por que a consciência existe?", ou seja, "qual a sua função?" por intermédio das lentes dos modelos evolucionsitas. Dessa maneira, vários livros adotaram a abordagem evolucionária para entender a consciência, entre eles estão (não em ordem de discussão neste trabalho de pesquisa): *The Ancient Origins of Consciousness: How the Brain Created Experience* (Feynberg & Mallatt, 2016) de Todd Feinberg e Jon Mallatt e o livro seguinte *Consciousness Demystified* (Feynberg & Mallatt, 2018) dos mesmos autores; *From Bacteria to Bach and Back: The Evolution of Minds* (Dennett, 2017) por Daniel Dennett; *The Strange Order of Things: Life , Feeling e Making Cultures* (Damasio, 2018) de Antonio Damásio; *The Deep History of Ourselves: The Four Billion-Year Story of How We Got Conscious Brains* (Ledoux, 2019) por Joseph LeDoux; e *Rethinking Consciousness: A Scientific Theory of Subjective Experience* (Graziano, 2019) de Michael Graziano. Complementarmente, estes e outros pesquisadores também escreveram artigos com essa temática e abordagem.

Para aprender um novo campo, de acordo com a abordagem das Ciências Cognitivas, é imperativo construir modelos para as estruturas cognitivas. Essa é a razão que faz a pesquisa, aqui exibida, possuir um perfil cognitivista. Sobretudo, no primeiro capítulo, onde que, o âmago do argumento é apresentar uma relação entra a cognição e a

consciência. Nesse sentido, é indagado sobre uma arquitetura, baseada na memória de trabalho e na atenção, com vínculo com a consciência. Lá, por exemplo, as teorias dissociativas da consciência são interpeladas e são oferecidos argumentos a favor da dissociação singular. Também é caro ao argumento central o nexo entre a consciência e a cognição, para sustentar a primeira parte do argumento central, que estabelece uma relação entre a memória de trabalho e a consciência.

Como expresso nas pesquisas em Neurociências Cognitivas acerca da consciência, é indispensável ater-se à ideia que, os modelos neurais também entrem em jogo para articular com as outras peças que formam o agrupamento interdisciplinar adicional. Para tanto, por exemplo, na seção 5 do capítulo 2, foi de crucial importância os modelos neurais para apresentar e sustentar a opção por modelos de linguagem em larga escala. Adicionalmente, nesse aspecto, as Teorias das Representações de Alta-ordem são de interesse crítico, pois fornecem uma base teórica e experimental, que perpassa o argumento central como um todo, para persuadir de que as bases representacionais, tanto acerca dos estados implícitos, quanto dos estados simbólicos, são factíveis e embasadas.

Contudo, a característica predominante que presidiu o ofício da pesquisa sobre a questão funcional da consciência (neste caso, as perguntas sobre "Como a consciência evoluiu?" e "Qual é a sua função?") foi abordada utilizando os modelos de consciência, principalmente, enraizados sobre a biologia evolucionária. Isso fica proeminente, no capítulo 2 e 3, quando se aventa sobre as diferenças entre os sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e a linguagem em animais humanos. Da mesma forma, isso é preservado no capítulo 3 quando se precede sobre a evolução da consciência em animais humanos e não-humanos, no que tange à pesquisa filogenética sobre as homologias e as diferenças entre as espécies e quando se realça, novamente, a afirmação de que a cooperação, a vida socialmente interdependente e o *know-how* para a vida cotidiana são básicos e indispensáveis para a evolução da linguagem.

Ademais, a Neurofilosofia consegue participar entregando a conduta crítica para alicerçar uma posição acerca do alcance e dos limites das abordagens cognitivistas e neuronais, e de alta-ordem reclamadas em assistência à aproximação ao problema. Nesse intuito se assevera que as pesquisas ainda estão numa fase pré-paradigmática, de ensaios aproximativos, de revisões de definições conceituais, enfim, numa fase de *brainstorming* que caracteriza as fases iniciais da pesquisa científica.

A tarefa de examinar a consciência é um projeto diverso que é subdividido nas questões descritiva, explicativa e funcional segundo a literatura especializada (Van Gulick, 2012; Van Gulick, 2014). Preambularmente é forçoso dizer que tal expediente aqui conduzido intenta cumprir a meta de estender-se sobre o "Problema da Função da Consciência". Isso quer dizer que não se objetiva adentrar sobre os diferentes tipos de problemas da consciência: a questão descritiva, sobre "o que é a consciência?", neste caso, inquirindo acerca das principais características da consciência como os dados de primeira e terceira-pessoas, a subjetividade, a intencionalidade, o caráter qualitativo, a estruturas fenomenal e assim por diante; a questão explicativa que refere à diversidade dos projetos explicativos, as diferenças entre as explicações reducionistas e não-reducionistas, a lacuna explicativa, as condições de sucesso explicativo e casos análogos.

No entanto, o alvo é a questão funcional, ou seja, o problema da função da consciência que concerne acerca da averiguação de "por que a consciência existe?", sobre o seu papel ou função para o organismo que a possui, a interrogação no que respeita perscrutar se a consciência possui alguma função, e se tal função faz diferença ou não para a sobrevivência do organismo que a possui. Dito de modo mais específico, se a consciência existe como uma característica complexa dos sistemas biológicos, então o seu valor adaptativo é provavelmente relevante para explicar a sua origem evolutiva, embora, claro, a sua função atual, se tiver uma, não precise ser a mesma que poderia ter tido quando surgiu pela primeira vez. As funções adaptativas, geralmente, mudam ao longo do tempo biológico (Van Gulick, 2012; Van Gulick, 2014). Em outras palavras, indagar sobre se a consciência tem ou não alguma função, e se sim, sobre qual a função atual da consciência, se ela possui papel causal na organização interna do organismo, também, pode implicar, indiretamente, aventar acerca da origem da consciência. Tal aproximação, necessariamente, indica as condições de como a consciência foi causada, ou seja, quais são os sistemas e os mecanismos relevantes para que a consciência tivesse as condições de surgir dentro de um processo que tenha a evolução, leia-se, a seleção natural e a adaptação como pano de fundo (Churchland, 2013).

O termo consciência compreende uma enorme e diversa coleção de significados. Sob tal tônica, há a necessidade de sinalizar alguns pressupostos. Antes de mais nada, a consciência é estudada de acordo com uma divisão sobre algumas modalidades (Pereira Jr, 2003). Por exemplo, há as formas de consciência emocional, representacional, perceptual, de controle decisório, autoconsciência e outras. Apesar que no texto há

sugestão no tocante à todas estas modalidades de consciência, não constitui o foco do modelo adentar em inquéritos acerca da consciência fenomenal. Todavia, se pensar em alguma coisa mais fenomenal, não se fará sem acrescer a consciência de acesso (Cohen & Dennett, 2011; Lau & Rosenthal, 2011; Dennett, 2017), ou a consciência cognitiva (Dehaene & Changeux, 2005) e informativa (Graziano et al., 2020).

Não obstante, no que toca à consciência animal, essa é uma modalidade de consciência de suma importância para o presente trabalho. Ora, as questões de como a consciência foi causada e do seu papel causal se entrelaçam no modelo explicativo da hipótese de trabalho. A própria hipótese se constitui como uma atribuição de uma função consciente relevante para o organismo como adaptação ao seu nicho ecológico, quando reclama uma função comunicativa à consciência. Para esse intuito, adentar em perquirições sobre quais os requisitos da origem da consciência e, por fim, em estudos comparativos que tentam identificar as homologias e as diferenças para estabelecer graus (Edelman & Seth, 2009) e perfis (Brich et al., 2020) de consciência são altamente relevantes. Em pesquisas filogenéticas esse é o meio para avançar nas questões sobre a consciência animal – em particular, para tentar constatar quais animais têm e quais não têm consciência e como (se houver) essa consciência pode ter evoluído. Desse modo, esse é um tópico interdisciplinar que guarda dentro de si muitas demandas tanto científicas e quanto filosóficas.

A hipótese da co-evolução consciência e linguagem não é nova na literatura. Há pesquisadores reconhecidos (Edelman, 1992; Damasio, 1998) que possuem alguma posição, diferindo entre si em como isso aconteceu, todavia, eles acabaram tomando o pano de fundo evolutivo como ponto de partida. Dentro do arcabouço teórico das posições e da pesquisa experimental para prospectar modelos explicativos, quanto a relação entre a consciência e a linguagem, averígua-se como a investigação da linguagem pode lançar luz à natureza da consciência e vice-versa em modo particular e original. Para chegar em tal designo da função da experiência consciente em relação com a expressão linguística, é patente explorar as expressões emocionais e a comunicação em animais não-humanos, pois se hipotetiza que a consciência seja o mecanismo capaz de traduzir as representações intrínsecas em extrínsecas, através de códigos linguísticos que possam ser decodificados por indivíduos da mesma espécie, que possuem o mecanismo computacional que definem os procedimentos generativos e uma memória de trabalho que tenha evoluída a tal ponto de possuir componentes internos capazes de codificar representações simbólicas. Aqui,

poderia ser o caso de pensar em uma teoria chomskiana (Chomsky, 1978; Chomsky, 1995), mas esse não é o caso. Como se verifica no decorrer do texto, o Essencialismo Generativo (Hauser et al., 2002) não é incompatível com o Essencialismo Adaptacionista (Pinker, 2010), cujo a corrente de pesquisa se aproxima da abordagem generativa, quanto a necessidade capital do sistema cognitivo computacional que possui uma estrutura sintática no seu cerne, mas que diferem entre si quanto às outras interfaces da linguagem que são crucias para os adaptacionistas, por exemplo, sobre o ritmo da evolução da linguagem e sobre a sua função original.

Complementarmente, além da pesquisa filogenética, esta pesquisa guarda outros pressupostos: primeiramente, o modelo proposto adenta nas discussões sobre a relação entre a consciência e a cognição, assim, tal modelo exige uma relação entre o mecanismo consciente e uma arquitetura cognitiva, neste caso, a memória de trabalho (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b) e a atenção seletiva (Dehaene & Naccache, 1998; Dehaene et al., 2006; Lau & Rosenthal, 2011; Graziano, 2016A); supletivamente, o modelo explicativo evolucionista para a função da consciência, além de características cognitivistas, comunga características tocante às teorias neurais da consciência (Goldman-Rakic, 1995; Friederici, 2011; Mashour et al, 2020), ou seja, a experiência consciente em humanos depende da atividade cerebral, então a neurociência contribuirá para explicar a consciência.

Antes de encerrar o prefácio cabem três notas. Primeiro, o elemento de originalidade do trabalho constitui em como é demonstrada a relação entre o mecanismo consciente noético verbal (Ledoux, 2019), o sistema cognitivo-computacional (Bolhuis et al., 2014) e a memória de trabalho e os seus subcomponentes (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b). O modo como estes sistemas interagem entre si é que alicerça a originalidade da proposta. A ideia é que a consciência evoluiu para propósitos comunicativos. O mecanismo consciente é um coordenador da atividade de tradução de estados internos, codificados neuralmente em representações implícitas de primeira-ordem, em estados externos, as representações explícitas que são representações simbólicas arquitetadas sobre as representações de alta-ordem não simbólicas. Para fazer isso, o mecanismo consciente gerencia a codificação neural e o processamento informacional que ocorre, primeiro, na memória de trabalho e nos seus subcomponentes que codificam as estruturas simbólicas, como por exemplo, os adjetivos, substantivos, verbos, pronomes e assim por diante, que são, depois, mixados juntamente para constituir

representações simbólicas compostas e integrativas resultado da codificação neuronal e do processamento informacional que ocorre no sistema cognitivo-computacional. O mecanismo consciente é relevante para executar este papel coordenador, para que as saídas informacionais da memória de trabalho possam ser combinadas, segundo regras gramaticais definidas, pelo sistema cognitivo-computacional.

O resultado são as representações simbólicas que são codificações a respeito de estados internos e das características ambientais que o organismo pode comunicar em uma grande riqueza de detalhes. Isso foi altamente relevante para os humanos que enfrentavam desafios diários. Eles podiam detalhar situações que envolviam a sobrevivência, desde características do ambiente, como sobre o alimento e as ameaças, como seus planos internos e as suas intenções. Isso foi uma atualização significativa que gerou um impulso a toda a gama de conhecimentos práticos (*know-how*). Assim também, em hominídeos que viviam em uma vida socialmente interdependente, a linguagem foi impulsionada e favoreceu a cooperação entre os não-familiares, permitiu a transmissão de informação à grandes distâncias e viabilizou a composição de laços sociais com grupos cada vez mais distantes.

Segundo, há a inevitabilidade de tecer um comentário sucinto quanto ao estilo de escrita. No texto se adotará a forma da terceira pessoa do singular. O objetivo é adotar uma forma que confere mais objetividade. Além do mais, isso não afasta, de modo algum, a originalidade e a autoria do texto. Sempre que se falar em nome da "hipótese de trabalho", do "modelo proposto" e da "Hipótese CLEC" se fala em nome dos autores da proposta, neste caso, eu e o meu orientador. Uma segunda razão pela manutenção e consequente aceitação do estilo de escrita diz respeito aos desafios da interdisciplinaridade. Ora, este é um trabalho interdisciplinar que traz à discussão filósofos, linguistas, neurocientistas, psicólogos, biólogos e profissionais de outras áreas. Isso constitui um desafio à pesquisa interdisciplinar congregar os interesses, as visões de mundo, os distintos treinamentos, a diversidade de modelos explicativos usados, as abordagens teórico-conceituais díspares, os vocabulários e as metodologias diversificadas. Com efeito, na pesquisa interdisciplinar, há um esforço em procurar estabelecer nexos e criar pontes para que possa ocorrer a colaboração, apesar das enormes discrepâncias entre as categorias de pesquisa e perfis de profissionais. Isso é considerável também no que tange aos estilos de escrita, dada as diferentes formações e o dissemelhante desenvolvimento dos pesquisadores. Portanto, nós acreditamos ser

imprescindível a compreensão dos leitores e avaliadores quanto à complexidade da tarefa de escrever para um público variado, oriundos de áreas distintas, e a necessidade de adotar uma perspectiva de abertura e tolerância às diferentes formas de linguagem.

Por fim, é salutar proferir que este é um trabalho de pesquisa de base. A pesquisa experimental não é constituída somente pela pesquisa aplicada, mas também por uma abordagem teórica que procura dispor de definições teórico-conceituais. Essa abordagem, típica da pesquisa de base, procura estabelecer, a partir de um conjunto de modelos explicativos, as definições conceituais que poderão ser utilizados na ciência aplicada em abordagens experimentais, amiúde, ao abrigo da designação de definições operacionais. Muitas das abordagens utilizadas, relativamente, aos modelos explicativos empreguados são de natureza experimental. Portanto, a construção do modelo aqui aventado não se restringe somente às matrizes de sentido teórico, mas incluem as matrizes de pesquisa empírica que pode favorecer a melhor adequação para uma definição de caráter operacional emblemática da pesquisa experimental.

LISTA DE ABREVIAÇÕES

5-HT: Neurotransmissor Serotonina

5-HT2a: Receptores Serotoninérgicos de tipo

AA: Aritmética Aproxiamda

AB: Attentional Blink

AC: Computação Analógica

ACC: Córtex Cingulado Anterior

$_{D}$ACC: Córtex Cingulado Anterior Dorsal

$_{R}$ACC: Córtex Cingulado Anterior Rostral

AE: Aritmética Exata

AFF: Área Fusiforme das Faces

AFP$_{2}$: Anterior Face Patch

AI: Ínsula Anterior

AIR: Attended Intermediate Representation

AOF: Área Occipital das Faces

AoS: Apraxia da Fala

AS: Esquema de Atenção

ASE: Articulatory Suppression Effect

ASM: Modelo do Esquema de Atenção

BA9: Área de Brodmann 9

BA44: Área de Brodmann 44

BA45: Área de Brodmann 45

BA46: Área de Brodmann 46

BA47: Área de Brodmann 47

BMT: Backward Masked Task

BR: Rivalidade Binocular

CAS: Apraxia da Fala na Infância

CB: Change Blindness

CBT: Teoria de Cannon-Bard

CCS: Sistema Cognitivo-Computacional

CIT: Transferência de Informações Codificada

CLEC: Hipótese Comunicação Linguagem para a evolução da Consciência

CLIS: Síndrome do Encarceramento Completo

CM: Modelos Cognitivistas

CN: Control Network

CNS: Sistema Nervoso Central

CP: Processamento Consciente

CSPC: Congruência de Proporção Específica do Contexto

DA: Dopamina

DAN: Rede Dorsal da Atenção

DAT: Demência de Tipo Alzheimer

DBS: Estimulação Cerebral Profunda

DC: Computação Digital

DCM: Modelagem Causal Dinâmica

DMN: Redes de Modo Padrão

DMT: Dimethyltryptamine

DSC: Circuito de Defesa para a Sobrevivência

DVD: Dispraxia Verbal do Desenvolvimento

EATE: Teoria de Avaliação Incorporada da Emoção

EB: Episodic Buffer

ECM: Método da Conectividade Eficaz

ECFS: Extreme Capsule Fiber System

ECTs: Tarefas Cognitivas Elementares

EDS: Síndrome de Dependência Ambiental

EEG: Eletroencefalograma

EMIQ: Episodic Memory Imagery Questionnaire

EMs: Modelos Evolucionistas

EP: Potencial Evocado

ERPs: Potenciais Relacionados a Eventos

ESM: Estimulação Elétrica

FBR: Feedback Reentrantes

FEF: Campos Oculares Frontais

FFS: Feed-forward Sweep

FL: Phonological Loop

FLB: Faculdade da Linguagem em Sentido Amplo

FLN: Faculdade da Linguagem em Sentido Estrito

FP: Polo Frontal

FoA: Foco da Atenção

$_{I}$FOF: Fascículo Fronto-Occipital Inferior

FOT: Teorias de Primeira-Ordem da Consciência

FOR: Representações de Primeira-Ordem

FPN: Redes Fronto-Parietais

FROST: FRONTAL-Striatal-Thalamic

FTLD: Demência do Lobo Frontotemporal

GC: Computação Genérica

GIP: Processamento Informacional Global

GLN: Núcleo Geniculado Lateral do Tálamo

GMW: Modelo do Espaço de Trabalho Global

GNC: Rede Geral da Cognição

GNW: Modelo do Espaço de Trabalho Neural

GST: Giro Temporal Superior Esquerdo

$_{L}$GST: Giro Temporal Superior Esquerdo

H_{AP}: Hipotálamo Anterior e Posterior

HOD: Estados de Ordem-Superior Disposicionais

HOP: Estados de Ordem-Superior da Percepção

HOT: Teorias de Alta-Ordem da Consciência

HOR: Representações de Alta-Ordem

HOTEC: Hipótese de Alta-Ordem da Consciência Emocional

I: Ínsula

AI_{B}: Ínsula Anterior Bilateral

I$_{R/L}$: Ínsula Esquerda e Direita

$_{p}$I$_{L}$: Ínsula Posterior Esquerdo

IB: Inattentional Blindness

$_{v}$IFC: Córtex Frontal Inferior Ventral

IFG: Giro Frontal Inferior

$_{DOR/TRI}$IFG$_{L/R}$: Região Triangular Dorsal Bilateral do Giro Frontal Inferior

$_{L}$IFG: Giro Frontal Inferior Esquerdo

$_{OPER}$IFG $_{L}$: Região Opercular Esquerda do Giro Frontal Inferior

$_{ORB}$IFG$_{L}$: Parte orbital do Giro frontal Inferior Esquerdo

$_{R}$IFG: Giro Frontal Inferior Direito

$_{TRI}$IFG: Região Triangular do IFG

IFS: Sulco Frontal Inferior

IIT: Teoria de Integração da Informação

ILN: Núcleo Intralaminar

IPS: Sulco Intraparietal Superior

IT: Córtex Ínfero-Temporal

ITI: Intervalo Intertentativas

JLT: Teoria de James-Lange

LIS: Síndrome do Encarceramento

LTM: Memória de Longo Prazo

LTP: Potenciação de Longa-Duração

MDM: Modelos de Múltiplos Esboços

MDS: Sistema de Demanda Múltipla

MEG: Magnetoencefalografia

MFG: Giro Frontal Médio

MIP: Processamento Modular da Informação

MM: Mirror Mechanism

MN: Neurônios-Espelho

MR: Leitura de Mente

MRT: Memory Retrieval Task

MST: Sulco Temporal Superior Medial

MT: Middle Temporal Visual Area (ou V5)

MTC: Teoria Matemática da Comunicação

MTG_L: Giro Temporal Medial Esquerdo

$_pMTG_L$: Giro Temporal Medial Posterior Esquerdo

$_p$MTG: Giro Temporal Médio Posterior

MTL: Lobo Temporal Medial

MVPA: Análise de Padrão Multivariado

N150: Onda Negativa Precoce 150 ms após apresentação do estímulo

N200: Onda de amplitude negativa que surge cerca de 200 ms após a apresentação do estímulo

N400: Onda Negativa Tardia

NA: Noradrenalina

NC: Computação Neural

NCC: Correlatos Neurais da Consciência

NIP: Processamento Informacional em Rede

NIT: Teoria Narrativa Interpretativa

NIP: Processamento Natural de Informação

NMs: Modelos Neurais

NSP: Vias Não-Específicas

OA: Argumento do Transbordamento

$_{P}$OF$_{L}$: Opérculo Frontal Posterior Esquerdo

P300: Onda Positiva que surge 300 ms depois de exibir o estímulo

P600: Onda Positiva Tardia que aparece acima de 600 ms após apresentar o estímulo

P-MC: Córtex Pré-motor

PAG: Núcleos Cinzentos Centrais

PCC: Córtex Cingulado Posterior

PCP: Processamento Pré-Consciente

PET: Tomografia por Emissão de Pósitrons

PFC: Córtex Pré-frontal

PFC$_{L}$: Áreas Pré-frontais no Hemisfério Esquerdo

PFC$_{R}$: Áreas Pré-frontais no Hemisfério Direito

$_{DL}$PFC: Córtex Pré-frontal Dorsolateral

$_{DL}$PFC$_{L}$: Córtex Pré-frontal Dorsolateral Esquerdo

$_{DL}$PFC$_{R}$: Córtex Pré-frontal Dorsolateral Direito

$_{DM}$PFC: Córtex Pré-frontal Dorsomedial

$_{I}$PFC: Córtex Pré-frontal Inferior

$_{L}$PFCr: Córtex Pré-frontal Inferior Direito

$_{L}$PFC: Córtex Pré-frontal Lateral

$_{M}$PFC: Córtex Pré-frontal Medial

$_{O}$PFC: Córtex Pré-frontal Orbitofrontal

$_{VL}$PFC: Córtex Pré-frontal Ventrolateral

$_{VL}$PFC$_{L}$: Córtex Pré-Frontal Ventrolateral Esquerdo

$_{VM}$PFC: Córtex Pré-frontal Ventromedial

PGM: Substância Cinzenta Periaquedutal

PMC: Córtices Posteromediais

PPA: Afasia Progressiva Primária

PPA-G: Afasia Progressiva Primária de Subtipo a-gramático

PPA-L: Afasia Progressiva Primária de Subtipo logopênico

PPA-S: Afasia Progressiva Primária de Subtipo Semântico

PR: Prose Recall

PSE: Phonological Similarity Effect

PSTH: Peri-Stimulus-Time Histogram

PVS: Estado Vegetativo Persistente

REM: Estado de Sono Profundo

RP: Processamento Recorrente

RT: Tempo de Reação

SAS: Supervisory Activating System

SARA: Sistema de Ativação Reticular Ascendente

SBM: State-Based Models of

SDA: Estado de Acesso Direto

SDT: Teoria de Detecção do Sinal

SDW: Sleep–Dream-Wake Cycle

$_{P}$STC$_{L}$: Córtex Temporal Superior Esquerdo

SFT: Teoria do Feedback Somático

SIT: Teoria da Interação Supramodular

SLI: Specific Language Impairment

SM: Memória Sensorial

SMT: Tese Minimalista Forte

SOA: Stimulus-onset Asynchrony

SP: Paradigma de Sperling

SBP: Processamento Subliminar

SMH: Hipótese do Marcador Somático

SN: Rede de Saliência/Salience Network

SSRT: Tempo de Reação do Sinal de Parada

SST: *Stop-Signal Task*

STG: Giro Temporal Superior

$_{A}$STG: Giro Temporal Superior Anterior

$_{A}$STG$_{L}$: Giro Temporal Superior Anterior Esquerdo

STG$_{L/R}$: Giro Temporal Superior Esquerdo/Direito

$_{M}$STG$_{L}$: Giro Temporal Superior Medial Esquerdo

$_{M}$STG$_{L/R}$: Giro Temporal Superior Medial Esquerdo e Direito

$_{P}$STG$_{L}$: Giro Temporal Superior Posterior Esquerdo

STM: Memória de Curto Prazo

$_{A}$STS: Sulco Temporal Superior Anterior

pSTS: Sulco Temporal Superior Posterior

STWM: Synaptic Theory of Working Memory

TC: Córtex Temporal

TrC: Consciência Transitiva

tDCS: Estimulação por Corrente Direta

TMN: Theory-of Mind Network

TMS: Estimulação Magnética Transcraniana

TNGS: Teoria da Seleção dos Grupos Neuronais

ToM: Teoria da Mente

TPJ: Junção Têmporo-Parietal

dTPJ: Junção Têmporo-Parietal -Dorsal

L/RTPJ: Junções Têmporo-Parietais Bilaterais

TP: Polo Temporal

TS: Teoria da Simulação

TSS: Task-set Switching

TT: Teoria-Teoria

V1: Áreas Visuais Primárias do Córtex Estriado

V2: Áreas Visuais Secundárias do Córtex Estriado

V3: Áreas Visuais Terciárias do Córtex Estriado

VAN: Ventral Attention Network

VBM: Morfometria Baseada em Voxel

VSP: Visual Search Paradigm

VSSP: Visuo-Spatial Sketchpad

VTA: Área Tegmentar Ventral

VVIQ: Vividness of Visual Imagery Questionary

WCST: Wisconsin Card Sorting Test

WLE: Word-Length Effect

WM: Memória de Trabalho

sWM: Memória de Trabalho Espacial

vWM: Memória de Trabalho Visual

vEWM: Memória de Trabalho verbal

A HIPÓTESE COMUNICAÇÃO-LINGUAGEM PARA A EVOLUÇÃO DA CONSCIÊNCIA[1]

THE COMMUNICATION-LANGUAGE HYPOTHESIS FOR THE EVOLUTION OF CONSCIOUSNESS

Diogo Fernando Massmann[2]

Nythamar Hilário Fernandes de Oliveira Junior[3]

Resumo

Backgroud: Este trabalho leva em conta, como pano de fundo, o problema funcional da consciência, retratado na questão sobre a função da consciência, a saber, primeiro, na indagação pela razão da consciência ter emergido em animais não-humanos e animais humanos em um processo evolucionário e, depois, se ela foi relevante para os organismos que a possuíam. Há uma enorme variedade de modelos que são oferecidos como respostas provisórias ao problema funcional da consciência, contudo esta pesquisa sustenta-se, majoritariamente, em modelos cognitivistas, neurais e de alta-ordem da consciência. Tais modelos são levados em consideração de modo coerente e orientados por uma perspectiva evolucionária, mantendo a ênfase em princípios cruciais como o gradualismo, a seleção natural, a descendência comum, a adaptação e outros. Os Modelos Evolucionistas são considerados propícios à investigação do "por que" a consciência ter evoluído na espécie humana, pois eles se concentram em expor as razões da interação co-evolutiva entre as emoções e a cognição, a comunicação animal e a linguagem em animais humanos, com a consciência. **Hipótese de Trabalho**: A proposta é uma definição conceitual do mecanismo consciente como um tradutor de estados internos e implícitos em estados extrínsecos por meio de representações simbólicas. A hipótese defendida é que a consciência possui a função comunicativa capaz de recrutar a memória de trabalho, especificamente, os seus subcomponentes especialistas, e o sistema cognitivo-computacional da sintaxe, que tem uma estrutura sintática no seu cerne, para codificar a informação simbolicamente e que é capaz de ser decodificada pelos organismos que possuem o mesmo sistema cognitivo-computacional de mesclagem de estruturas linguísticas e um mesmo modelo de memória de trabalho e os seus subcomponentes. Em outras palavras, o mecanismo consciente de tipo noético (verbal) funciona como um coordenador da atividade da memória de trabalho, inicialmente, e do sistema cognitivo-computacional para codificações subsequentes, transformando os estados discretos internos, como os estados emocionais, em comportamento simbólico expresso através de representações simbólicas de alta-ordem. Aos organismos possuidores desses recursos, uma vantagem adaptativa foi conferida, pois tais organismos vivem em uma organização socialmente interdependente e, agora, eles são capazes de comunicar aos outros organismos os seus estados internos, tais como o estado do seu corpo, as suas intenções, os seus planos e as características do ambiente com mais complexidade e precisão que a comunicação comportamental não-simbólica. **Metodologia**: O modo de exposição subdivide o texto em duas partes, sendo a Parte 1, constituída por dois capítulos, e a Parte 2 é composta por somente um capítulo. No Capítulo 1, a abordagem incide sobre as Expressões Emocionais, as Funções Executivas, especialmente, a Memória de Trabalho e a Atenção Seletiva, e a Consciência. No Capítulo 2, o alvo cabe em interpelar as relações entre os Sistemas de Comunicação Avançados em Animais Não-Humanos e a Linguagem em Animais Humanos. Os dois primeiros capítulos firmam a base teórica e experimental da hipótese de trabalho. Na Parte 2, mais precisamente, no Capítulo 3, a Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência é apresentada formalmente. Todos os capítulos são subdivididos em 6 subseções e a cada inserção de subseção, a hipótese de trabalho é resgatada para dar o sentido que cada tópico ocupa para a hipótese de trabalho. Em geral, esta é uma abordagem teórico-conceitual, típica da pesquisa de base em neurociências cognitivas e neurofilosofia, que procura oferecer, com embasamento em modelos explicativos teórico-experimentais variados, uma definição conceitual para a origem da consciência que,

---

[1] Tese de Doutorado submetida à apreciação de banca examinadora da defesa no dia 18 de Março de 2024. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

[2] Aluno do PPGF da PUCRS, nível doutorado. Bolsa CAPES/PROEX. diogo.massmann@edu.pucrs.br.

[3] Orientador. Prof. Dr. Titular, do PPGF da PUCRS. nythamar.oliveira@pucrs.br.

talvez, no futuro, poderá ser usada pela ciência aplicada enquanto definição operacional. **Objetivos**: Em geral, as metas consistem em apresentar o problema da função da consciência e uma definição conceitual passível de virar uma definição operacional no futuro, se bem-sucedida. Desse modo: (1) inicialmente, se busca salientar como a questão da função da consciência deva ser apreendida e descrever as características gerais dos modelos evolucionistas, que servem de base teórica e experimental enquanto efeito preparatório para a introdução da hipótese de trabalho; (2) seguidamente, o primeiro momento da hipótese de trabalho reside em indicar como as expressões emocionais, as funções executivas e o sistema cognitivo-computacional da recursividade sintática interagem para a produção de comportamento verbal através de representações explícitas de estados internos do organismo, detalhadamente, apontando como o mecanismo consciente co-evolui com a linguagem em animais humanos possibilitando a tradução das representações intrínsecas em extrínsecas para performar propósitos comunicativos em organismos, inseridos em um nicho ecológico e social compartilhado, que possuem o mesmo sistema capaz de codificar e decodificar as informações simbólicas; (3) por último, se aspira tencionar sobre o segundo momento da hipótese de trabalho, a saber, demonstrar que se a consciência não depende evolutivamente da linguagem, esta última é dependente da consciência e da coparticipação evolutiva, um novo grau de complexidade evolutiva resultou para a consciência. **Resultados**: Mesmo que a hipótese possa apresentar incompletude e carecer de maior base teórica e corroboração experimental, ela poderá ser um prospecto condizente com as referências norteadoras da pesquisa atual e, se bem-sucedida no confronto com as críticas relevantes, servir como uma definição operacional típica da pesquisa aplicada. **Conclusão**: Assim como o estado de arte em "Estudos da Consciência" indica estar ainda numa fase inicial de levantamento das hipóteses, esclarecimento de definições conceituais, ensaios de aproximação interdisciplinar entre os modelos com maior afinidade, este trabalho está circunscrito numa fase preliminar de *brainstorming*, que depois de passar por crivo crítico e ajustes, talvez, poderá ser testado adiante.

Palavras-Chave: Cognição; Representações; Consciência; Linguagem; Evolução.

Abstract

Background: This work takes into account, as a background, the functional problem of consciousness, portrayed in the question about the function of consciousness, namely, first, in the question of why consciousness has emerged in non-human animals and human animals in an evolutionary process, and then whether it was relevant to the organisms that possess it. There is a huge variety of models that are offered as interim answers to the functional problem of consciousness, however, this research is mostly based on cognitive, neural, and higher-order models of consciousness. Such models are coherently considered and guided by an evolutionary perspective, keeping the emphasis on crucial principles such as gradualism, natural selection, common descent, adaptation, and others. Evolutionary Models are considered conducive to investigating "why" consciousness evolved in the human species, such as they focus on exposing the reasons for the co-evolutionary interaction between emotions and cognition, animal communication and language in human animals, with consciousness. **Working Hypothesis:** The proposal is a conceptual definition of the conscious mechanism as a translator of internal and implicit states into extrinsic states through symbolic representations. The hypothesis defended is that consciousness has the communicative function capable of recruiting working memory, especially its specialist subcomponents, and the cognitive-computational system, which has a syntactic structure at its core, to encode information symbolically and which is capable of being decoded by organisms that have the same cognitive-computational system of mixing linguistic structures and the same model of working memory and its subcomponents. In other words, the verbal noetic-type conscious mechanism works as a coordinator of the activity of the working memory, initially, and of the cognitive-computational system for subsequent encodings transforming internal discrete states, such as emotional states, into symbolic behavior expressed through representations. higher-order symbols. To organisms possessing these resources, an adaptive advantage was conferred, as such organisms live in a socially interdependent organization and, now, they can communicate to other organisms their internal states such as the state of their bodies, their intentions, their plans, and the features of the environment with more complexity and precision than non-symbolic behavioral communication. **Methodology:** The exposition mode subdivides the text into two parts, with Part 1 consisting of two chapters, and Part 2 consisting of only one chapter. In Chapter 1, the approach focuses on Emotional Expressions, Executive Functions, especially Working Memory and Selective Attention, and Consciousness. In Chapter 2, the aim is to question the relationships between Advanced Communication Systems in Non-Human Animals and Language in Human Animals. The first two chapters establish the theoretical and experimental basis of the working hypothesis. In Part 2, precisely, in Chapter 3, the

Communication-Language Hypothesis for the Evolution of Consciousness is formally presented. All chapters are subdivided into 6 subsections and at each insertion of a subsection, the working hypothesis is rescued to give the meaning that each topic occupies for the working hypothesis. In general, this is a theoretical-conceptual approach, typical of basic research in cognitive neurosciences and neurophilosophy, which seeks to offer, based on varied theoretical-experimental explanatory models, a conceptual definition for the origin of consciousness that, perhaps, in the future, can be used by applied science as an operational definition. **Goals:** In general, the goals consist of presenting the problem of the function of consciousness and a conceptual definition that can become an operational definition in the future if successful. Thus: **(**1) initially, it seeks to highlight how the question of the function of consciousness should be apprehended and describe the general characteristics of the evolutionary models that serve as a theoretical and experimental basis as a preparatory effect for the introduction of the working hypothesis; (2) then, the first moment of the working hypothesis lies in indicating how emotional expressions, executive functions and the cognitive-computational system of syntactic recursion interact to produce verbal behavior through explicit representations of internal states of the organism, in detail , pointing out how the conscious mechanism co-evolves with language in human animals, enabling the translation of intrinsic representations into extrinsic ones to perform communicative purposes in organisms, inserted in a shared ecological and social niche, which have the same system capable of encoding and decoding the symbolic information; (3) finally, the aim is to consider the second moment of the working hypothesis, namely, to demonstrate that if consciousness does not depend evolutionarily on language, the latter one is dependent on consciousness and on evolutionary co-participation, a new degree of evolutionary complexity resulted for consciousness. **Results:** Even if the hypothesis may be incomplete and lack a greater theoretical basis and experimental corroboration, it may be a prospect consistent with the guiding references of current research and, if successful in confronting the relevant criticisms, serve as an operational definition typical of applied research. **Conclusion:** Just as the state of the art in “Consciousness Studies” indicates that it is still in the initial phase of raising hypotheses, clarifying conceptual definitions, and testing an interdisciplinary approach between the models with greater affinity, this work is limited to a preliminary brainstorming phase, which after going through a critical cribble and adjustments, perhaps, will be able to be tested further.

Keywords: Cognition; Representations; Consciousness; Language; Evolution.

INTRODUÇÃO

A *Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência* (CLEC) assevera que, ao menos, uma das *funções* da consciência é possibilitar a *comunicação*. Não é o caso de afirmar que esta seja a única e exclusiva função da consciência, mas que se intenta justificar que o mecanismo consciente serve a esta função. Dito diretamente, a *hipótese CLEC* afirma que o *mecanismo consciente*[4] é um *tradutor de estados internos do organismo, como os estados do corpo, em estados externos construídos linguisticamente, como as representações simbólicas extrínsecas que são passíveis de serem transmitidas aos demais organismos*. Por um lado, os estados internos do organismo são representações intrínsecas constituídas por informação implícita, distribuída e não-localizada no interior do organismo, que reflete o estado do corpo, podendo ser originada exogenamente ou endogenamente. Duas características importantes que estão claras na proposta de hipótese de trabalho é que as expressões emocionais são manifestadas diretamente através do comportamento, quando ela não é re-codificada simbolicamente, e que neste grau de complexidade, tais representações intrínsecas são representações de primeira-ordem. Por outro lado, quando as informações acerca do estado interno do organismo ou relativas às características ambientais são *re-codicficadas pelo mecanismo consciente*, então elas compõem as representações de alta-ordem, pois tomam como origem as representações intrínsecas de primeira-ordem para formar as representações extrínsecas de natureza simbólica.

[4] Como se verá, no dedorrer do texto, o mecanismo consciente refere não à consciência fenomenal, ou seja, a consciência que possui certas características como a estrutura fenomenal, o caráter qualitativo, a subjetividade, o sujeito das experiências, em outras palavras ao problema descritivo da consciência. Assim também, não se entende por mecanismo consciente os estados qualitativos e fenomenais, as diferenças de dicurso de primeira e terceira pessoa e, com isso, as implicações epistemológicas que são salientes quanto às dificuldades dos modelos explicativos reducionistas, as lacunas explicativas decorrenres, assim como, os requisitos do sucesso explicativo. Em suma, a definição de consciência não assume a dissociação entre a consciência informacional e cognitiva, de um lado, e a consciência fenomenal, de outro lado. A definição de mecanismo consciente também não diz respeito às formas de consciência de alta-ordem, para qual, são associadas propriedades como "*What-it-is-like states*". No decorrer do texto, ficará notório que o mecanismo consciente concerne aos tipos intermediários de consciência, especificamente, à consciência noética e não-verbal e verbal (Tulving, 1985; Ledoux, & Brown, 2017; Ledoux, 2019). Portanto, a consciência noética verbal é o melhor candidato a exercer a função de tradutor de estados internos e externos, pois é um mecanismo suportado por redes cerebrais fronto-parietais, possui vínculo com uma arquitetura cognitiva (memória de trabalho e atenção *top-down*) e com redes da linguagem e o sistema da sintaxe.

Para constituir a representação simbólica, *a consciência recruta*, inicialmente, a *Memória de Trabalho* (WM), especificamente, os seus subcomponentes especialistas em *processar* as suas *informações de natureza simbólica* como *Phonological loop* (FL) e *Visuo-Spatial Sketchpad* (VSSP), através da *Central Executiva* e do *Episodic Buffer* (EB), e posteriormente, o *Sistema Cognitivo-Computacional* (CCS) que possui em seu núcleo uma estrutura *sintática* hierárquica. O *mecanismo atenional* tem participação ao possibilitar a *seleção* do conteúdo relevante na memória de trabalho. Desse modo, a informação codificada simbolicamente é distribuída localmente no interior do organismo, neste caso, se destacando o papel das *redes fronto-parietais* (FPN), *redes de atenção* e de *modo padrão* associadas à *memória de trabalho*, *atenção top-down*, *linguagem* e *consciência*. Como resultado, as *representações explícitas* são *traduzidas* (quer dizer, codificadas neuralmente e informacionalmente) em *sinais comportamentais verbais* de acordo com as *regras específicas de combinação*, formando a expressão da linguagem oral. Contudo, as representações implícitas não podem ser traduzidas diretamente para a expressão da linguagem oral, porque as representações implícitas não podem ser manipuladas pelas funções executivas e pelo componente cognitivo-computacional da sintaxe. Devido às informações implícitas, que são recém-chegadas provindas do sistema corpo-cérebro, serem codificadas em uma representação como um registro e uma resposta, elas só são depois processadas pela *memória de trabalho* e pelo *componente cognitivo-computacional da sintaxe*. Diferentemente da representação de um estado emocional, a representação simbólica é de natureza mais localizada, conceitual e estrutural e possui a característica de poder ser manipulada para gerar novos símbolos.

As *funções executivas* e o *sistema cognitivo-computacional da* sintaxe são coordenados pelo *mecanismo consciente*, para capacitar as representações implícitas enquanto simbólicas e, além disso, possibilitar a geração de representações simbólicas sempre mais complexas na medida em que são compostas. Dessa maneira, o *mecanismo consciente* e a *memória de trabalho*, juntamente com um *vocabulário rico* e *regras gramaticais*, possibilitaram mais *vantagens* em termos de *comunicação* aos organismos que detém este sistema. Nesta perspectiva, os novos componentes são vantajosos para o organismo cujo sistema nervoso central evolui gradualmente para melhorá-lo, não obstante, quanto mais complexo for o sistema, menos abrangente ele será para os demais organismos sem um sistema similar. Uma advertência precisa ser feita, isto é, isso não significa que os sistemas mais ancestrais sejam obsoletos, pelo contrário, o sistema de

comunicação de sinais que refletem um estado emocional é preservado nesse estágio, devido às suas vantagens, como a velocidade da comunicação e a imediatidade desse comportamento comunicativo ser reflexo direto dos estados do organismo na forma de expressões e sentidos. No entanto, os sistemas de comunicação simbólicos também têm as suas vantagens, neste caso, de conferirem maior especificidade e riqueza de detalhes sobre a informação re-codificada. Nesse estágio, os sinais básicos e as expressões orais dos organismos podem ser interpretados de acordo com a sua correspondência no sistema representacional simbólico e os estados implícitos associados.

Em resumo, a *hipótese CLEC* afirma que a *consciência opera* como um *mecanismo de recodificação da informação*. No primeiro momento, a informação de origem dos estados internos do corpo e do mundo externo é *codificada primariamente* e constitui uma *representação de primeira-ordem* enquanto registro destes estados. Posteriormente, a nova representação é uma *representação de alta-ordem* sobre a representação de primeira-ordem. *É sobre esta representação de alta-ordem que o mecanismo consciente atua*. Desse modo, a representação de alta-ordem é *re-codificada* (uma codificação intermediária) pela *memória de trabalho*, mantida por redes pré-frontais, e *re-codificada* (uma codificação final) pelo *sistema cognitivo-computacional* suportado pelas redes da linguagem como as redes semânticas, de demanda múltipla, de modo padrão, saliência e outras. O *mecanismo consciente*, então, pode ser concebido como análogo ao *processamento informacional* de estímulos internos e externos que se precipitam sobre as *representações de alta-ordem não-conscientes*, que codificam as representações de primeira-ordem intrínsecas que dizem respeito aos estados prévios acerca do ambiente e do corpo. Não obstante, qualquer representação é entendida como uma entidade física instanciada no corpo-cérebro. Em outras palavras, a *consciência* é um processo de *processamento neural e informacional* de *representação* sobre os processos internos. Mas há outro lado da moeda que separa a *consciência noética não-verbal* da *verbal*. Neste outro lado (a consciência noética verbal), a *consciência* opera juntamente com a *linguagem* sobre estas *representações de alta-ordem*. Desse modo, numa perspectiva evolutiva, a consciência não-verbal antecede a linguagem e é sugerida, pela hipótese de trabalho, que *a consciência noética verbal pode explicar* o *gap evolutivo existente entre os sistemas avançados de comunicação em animais não-humanos e a linguagem em animais humanos*.

Especificamente, o *núcleo da hipótese de trabalho é a interação entre a WM, o sistema cognitivo-computacional e a consciência noética verbal*. Este mecanismo consciente tem a função de *coordenar a atividade dos outros dois na codificação simbólica*, sendo primeiro, a *memória de trabalho na codificação de estruturas simbólicas distintas*, como adjetivos, verbos, substantivos e, posteriormente, a *codificação destas estruturas simbólicas que são mescladas*, segundo as *regras sintáticas*. Portanto, a hipótese de trabalho é dizer que é *a consciência noética verbal, que manipula estes dois sistemas para gerar as representações simbólicas, que são expressas pelos organismos e decodificadas por outros organismos que possuem os mesmos mecanismos constituídos por este trio*. Assim, uma das implicações da hipótese de trabalho sobre a evolução da linguagem é que esta relação, coordenada pelo mecanismo consciência, poderia estar presente em algumas espécies e não em outras.

Por fim, poderia ser interessante ressaltar os *aspectos originais da hipótese de trabalho* que consistem em: (1) defender que, ao menos, uma *função evolutiva da consciência está voltada para a comunicação* e que um tipo específico de consciência, já presente na literatura sobre as taxonomias da consciência, a *consciência noética de tipo verbal* é o candidato provável para exercer este papel ao recrutar e coordenar a memória de trabalho e o sistema cognitivo que manipula, codificando/decodificando, os símbolos por meio das regras gramaticais; (2) defender que o *mecanismo consciente*, definido como um tradutor de estados internos do organismo em estados externos, enquanto representações extrínsecas de alta-ordem, e construídas simbolicamente, segundo um mecanismo computacional recursivo, *é o mecanismo que pode ajudar a contornar o gap entre os sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e a linguagem em humanos, pois o mecanismo consciente foi um dispositivo adquirido gradualmente e de maneira incremental a partir da cisão chimpanzé e humano* (*Chimp/Human Split*)[5]. Desse modo, após revisões e adequações, o objetivo futuro é que tal definição conceitual

[5] Como é visto no capítulo 2 sobre a evolução da linguagem, não se argumenta que os sistemas de comunicação avançados possuem todas as outras estruturas da linguagem, mas exceto o mecanismo consciente. Diferentemente, se diz que as outras estruturas marcam essa diferença, como o mecanismo computacional-cognitivo que tem uma estrutura sintática hierárquica no seu centro, também está ausente como pensam os minimalistas e os adaptacionistas. O que se afirma é que, mesmo se dispusessem da recursividade que sequencia e mescla os símbolos formando objetos de linguagem, ainda assim faltaria o mecanismo consciente que coordena a memória de trabalho e o mecanismo computacional recursivo para formar representações simbólicas.

de consciência poderá revelar-se no futuro viável como uma definição operacional em "estudos da consciência".

A hipótese de trabalho defendida aqui visa tão somente trabalhar com o *aspecto original* (1) *da interação entre o mecanismo consciente noético verbal, os componentes da memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional*. Vale ressaltar que não há na literatura pesquisa que explique esta relação. Neste caso, como referido nos dois parágrafos anteriores, é necessário demonstrar a relação entre o mecanismo consciente noético, a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional, que é objeto deste texto. O conceito noético da consciência de subtipo verbal é mencionado na literatura (Tulving, 1972; Tulving, 1985; Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019), *mas os autores não vinculam com os sistemas que a hipótese de trabalho esquematiza e nem descrevem como a consciência nóetica verbal funciona* (Ledoux, 2019). Isso permitiu uma abertura para investigar e verificar, através de uma pesquisa interdisciplinar, para construir um argumento para responder ao problema da função da consciência, esclarecendo o seu papel causal sobre as estruturas do organismo como um tradutor de estados internos em estados externos.

Assim sendo, a hipótese CLEC diz respeito ao *problema da função da consciência*. Na literatura em "Estudos da Consciência", o problema da consciência sofre aproximações distintas: alguns pesquisadores (Nagel, 1974; Jackson, 1982; Horgan, 1984; Searle, 1984; Chalmers, 1996; Dennett, 1998; Varela & Thompson, 2003; Churchland, 2005; Gallagher & Zahavi, 2012) indagam questões relativas ao problema descritivo da consciência tentando responder à pergunta sobre as características inequívocas da consciência, tais como, os dados de primeira pessoa, a estrutura fenomenal, o caráter qualitativo, a subjetividade, a unidade, a intencionalidade e o fluxo da consciência (Van Gulick, 2012; Van Gulick, 2014).

Adicionalmente, há o problema epistemológico que refere à questão explicativa da consciência e a lacuna epistemológica (Levine, 1983). Desse modo, o problema explicativo concerne à questão dos modelos e teorias que são mais bem-sucedidos para detalhar como a consciência passa a existir a partir de um substrato neuronal-corporal e, ao mesmo tempo, evitam as estratégias reducionistas (Van Gulick, 2012; Van Gulick, 2014). Ainda no tocante a este tema, uma importante questão em neurobiologia é saber qual a relação entre a mente e o cérebro (Crick & Koch, 1992). Estas abordagens

(Dennett, 1981; Jackson, 1982; Chuchland, 1989; Crick & Koch, 1990; Velmans, 1991; Chalmers, 1995a; Edelman, 2003; Churchland, 2005) levantam perguntas sobre a diversidade dos modelos explicativos, as diferenças entre os modelos reducionistas e não-reducionistas, as lacunas explicativas geradas entre as estruturas teórico-conceituais da psicologia e da neurociência, que possam apontar os limites epistêmicos de ambos os modelos e, por último, sobre quais seriam as condições básicas para um modelo ser bem-sucedido em uma aproximação ao problema. Portanto, a apresentação breve destas duas versões do "Problema da Consciência" se justifica, na medida que, é imprescindível fazer a distinção com respeito a versão funcional do problema, visto não ser sobre os problemas descritivo e explicativo que o presente trabalho se dedica.

Para dizer de maneira objetiva, *a hipótese de trabalho reporta ao problema da função da consciência*, ou seja, *a questão funcional da consciência que pode ser concentrada na indagação sobre como a consciência evoluiu* (ou " Por que a consciência existe?") *e ambicionando oferecer uma resposta, ao menos, em fase inicial de pesquisa*. A versão funcional do problema remete à duas inquirições gerais, primeiro, a indagação sobre a origem da consciência (Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019) e, segundo, sobre o papel que desempenha no organismo (Carruters, 2000; Van Gulick, 2012; Van Gulick, 2014, Wu, 2018) e se isso faz alguma diferença para o organismo que possui tal propriedade (Damasio, 2018; Ledoux, 2019). Em vista disso, são tematizadas questões sobre a função causal da consciência e o controle flexível, para tanto, a consciência é relacionada com outras faculdades como as emoções e a cognição, a comunicação animal e a linguagem em animais humanos (Block, 1995; Damasio, 1998; Dehaene et al., 1998; Carruters, 2000; Pinker, 2003; Rosenthal, 2008; Edelman, et al., 2011; Cohen & Dennett, 2011; Bolhuis et al., 2014; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Graziano, 2019; Ledoux, 2019; Frith, 2019). Contrariamente à subdivisão do problema em três questões específicas, há aqueles que argumentam contra a separação do problema (Searle, 1993; Jackson, 1982; Chalmers, 1996) e, ao mesmo tempo, defendem uma dissociação entre, de um lado, a consciência fenomenal e, do outro lado, a cognição e a consciência de acesso/reportabilidade. Neste caso, eles separam a consciência fenomenal e a memória de trabalho (Chalmers, 1996), a consciência fenomenal e a atenção (Lamme 2004; Koch, & Tsuchiya, 2007) que também são reportados.

A hipótese CLEC, tem como principal *background* teórico, as definições conceituais oriundas de Modelos Evolucionistas (EMs) (Carruthers, 2000; Edelman Et.Al., 2011; Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Graziano, 2019; Ledoux, 2019; Frith, 2019). Em sentido geral, os EMs compartilham alguns pressupostos tal como a defesa de uma relação funcional entre a consciência e a cognição, inclusive com mecanismos neuronais compartilhados em redes (Nobre et al.,2004; Buschmann & Miller, 2007; Nee & Jonides, 2009; Murray et al., 2013; Quentin et al., 2019), e um papel relevante para a sobrevivência e alto desempenho competitivo e também colaborativo dos organismos que possuem a faculdade da consciência (Feinberg & Webb, 2013; Feinberg & Mallat, 2016; Dennet, 2017; Graziano, 2017; Damasio, 2018; Graziano, 2019; Ledoux, 2019). Neste sentido, procede perguntar quanto à origem da consciência e alguns investigadores (Dennett, 2017; Ledoux, 2019) sugerem averiguar as origens mais ancestrais da evolução em animais não-humanos, até aos organismos celulares simples procariontes como as bactérias, e reconstruir o caminho até agora (Dennett, 2017).

Outros modelos específicos de consciência que são convocados ao debate são os modelos de Alta-Ordem da Consciência Emocional (HOTEC) (Brown & Ledoux, 2017; Brown et al., 2019), da Hipótese do Marcador Somático (SMH) (DAMASIO, 1994; DAMASIO, 2018), do Esquema de Atenção (ASM) (Graziano, 2019; Graziano, 2019), do Espaço de Trabalho Neural (GNW) (DEHAENE et al., 1998; Dehaene et al., 2006), de Integração da Informação (IIT) (Tononi, 2004; Koch, 2009) e da Representação de Nível Intermediário da Atenção (AIR) (Prinz, 2004; Prinz, 2012) fornecem alguns *insights* constituintes da hipótese de trabalho.

A apresentação da hipótese de trabalho é organizada em duas partes e três capítulos. A Parte I condiz com os dois primeiros capítulos (Capítulos 1 e 2) e a Parte II se incumbe do capítulo 3. Antes de enunciar a hipótese no capítulo 3 (Parte II) em detalhes, dois capítulos (Parte I) são lançados como as condições iniciais e necessárias, na qual, as principais definições conceituais, os argumentos e a base experimental possam ser recuperados sem a necessidade de re-apresentar. Não obstante, na medida que cada parte relevante da hipótese de trabalho é inserida nos capítulos iniciais, a hipótese de trabalho é evocada de modo a demonstrar como aquela parte (seção e subseção) sugerida se encaixa no modelo. Desse modo, essa é uma escolha metodológica, a saber, oferecer o capítulo 1, sobre o tópico “Emoções, Cognição e Consciência”, e o capítulo 2, sobre a

"Comunicação em Animais Não-Humanos e a Linguagem em Humanos" como a base argumentativa da Hipótese CLEC dissertada no capítulo 3.

Desse modo, a seção 1 do capítulo 1 aproxima-se no tocante ao problema funcional e a questão da função da consciência. A primeira parte da seção 1 refere à uma apresentação inicial do problema da função da consciência, para depois, no segundo momento desta primeira seção do capítulo 1, poder referir a função da consciência nos casos de tomada de decisão. Nesta perspectiva, se foca em prescrever, ao mesmo tempo, o que é necessário para entender a formulação do problema funcional da consciência e a relevância de afirmar que a consciência possui papel causal sobre o organismo. Para procurar cumpri este segundo empreendimento, o tema refere à relação entre o controle cognitivo e a consciência. Na seção 2, se tematiza as expressões emocionais e o seu papel para o organismo como registro dos estados do corpo e preparação para a ação (Damasio, 1994; Prinz, 2004), na forma de informações e representações internas. Na seção 3, por sua vez, problematiza-se duas abordagens capitais na literatura das "Teorias das Emoções", particularmente, os modelos da SMH de Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 1996) e da HOTEC de Ledoux (Ledoux, 1998; Ledoux, 2000), naquilo que concerne às suas diferenças, vantagens e desvantagens entre ambos os modelos naquilo que condiz às bases neuronais e evolutivas.

Na seção 4, a preocupação é quanto a definição conceitual de consciência, por isso, a seção converge sobre os conceitos relevantes e as modalidades da consciência que são considerados na hipótese de trabalho, cuja finalidade é tentar prover uma delimitação quanto ao problema, por exemplo, dando maior ênfase à uma parte dos estados de consciência, a saber, os estados de acesso e menos destaque aos estados fenomenais e qualitativos, estes dois últimos cruciais aos problemas descritivo e explicativo. Do mesmo modo, no que tange às modalidades de consciência, a consciência emocional é fulcral à questão da função da consciência e à hipótese de trabalho como são aqui tematizadas e não podem ser dispensadas, ao passo que, não se aplica à questão da modalidade da autoconsciência. Na seção 5, o curso da metodologia segue no que se refere às alegações próprias aos modelos de consciência que servem como base argumentativa e experimental. Esta é uma seção de interesse, pois ela identifica quais modelos de consciência fornecem subsídios à hipótese de trabalho e como os modelos entram em jogo quando é necessária uma explicação que os aproxima.

A seção 6 reúne as explicações acerca de como a cognição e quanto a memória de trabalho e a atenção seletiva, contribuem para o modelo proposto. Assim, a estratégia é apurar a relação entre a consciência e a cognição, sobretudo, na relação do mecanismo consciente com a memória de trabalho e a atenção *top-down*. Este é o aspecto mais importante do capítulo 1, porque procura fornecer as evidências para a relação entre consciência, memória de trabalho e atenção seletiva. Na seção 6, há subseções que focam na apresentação dos modelos de memória de trabalho na literatura e como os modelos alternativos são confrontados com o modelo de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b), nas funções exercidas pelos subcomponentes e *buffers*, na relação funcional entre a memória de trabalho e o foco da atenção, na forma como o mecanismo consciente recruta os subcomponentes da memória de trabalho e, por fim, como a atenção auxilia nesse processo (Dehaene et al, 1998; Baars & Franklin, 2003; Christophel et al., 2018; Persuh et al., 2018). Assim, também é considerada a literatura acerca dos correlatos neurais que dão suporte a esse sistema como as redes da atenção, a rede de modo padrão e a rede fronto-parital e as estruturas constituintes deste sistema como as áreas laterais ($_{DL}$PFC E $_{VL}$PFC) do córtex pré-frontal (Goldman-Rakic, 1995; Finc et al., 2020; Panichello & Buschman, 2021).

O capítulo 2 concerne em discorrer sobre a relação entre os sistemas de comunicação avançados em animais não humanos e a linguagem em humanos e integra o segundo momento da Parte I da hipótese de trabalho. Em palavras mais precisas, no capítulo 2 interpela-se aquilo que diz respeito às diferentes abordagens acerca da evolução da linguagem, especificamente, sobre as suas principais características concernentes ao debate se há ou não relação entre os sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e a linguagem humana. Por conseguinte, se há relação, então inquere-se ao tipo de relação e como a comunicação animal e a linguagem humana se diferenciam. Se é assumido que há um *gap* evolucionário entre os dois sistemas de comunicação, então, qual é o dispositivo (ou dispositivos) que faz a diferença de modo tão prevalente para permitir a manipulação de símbolos segundo regras definidas. Adiantando, no capítulo 2 é saliente o debate entre os essencialistas generativos (Hauser et al., 2002) e adaptacionistas (Pinker & Bloom, 1990), se a evolução da linguagem é saltatória ou gradual, se a linguagem evoluiu para outro fim que não a comunicação e se a sintaxe é a única interface da linguagem que conta como diferencial em relação aos sistemas de

comunicação em animais não-humanos. Este debate é substancial para o argumento da hipótese de trabalho e, ao longo do capítulo, as afinidades e as diferenças são manifestas.

Para isso, a primeira seção do capítulo 2 refere ao conceito de "Sinalização em Geral" para distinguir entre a sinalização comportamental e a sinalização por meio de vocalizações (Maynard Smith & Harper, 2004). Para contribuir com isso, ainda nesta seção, são trazidos dois casos de sinalização em animais não-humanos, um caso de sinalização por bioluminescência e outro por vocalizações. Os dois casos são paradigmáticos no debate chamando a atenção de filósofos, etólogos, zoólogos e biolinguístas trazendo importantes *insights* para pensar os conceitos como a independência do estímulo do sinal, o efeito audiência e a falsa sinalização. Ora, esta questão é tão importante que, na seção 2, o debate é apresentado confrontando as posições de Ruth Millikan (Millikan, 2004), Ulrich Stegmann (Stegmann, 2009) e Fred Adams e colegas (Adams et al., 2013) tangenciando as suas diferentes perspectivas e consequências para o debate. Desse modo, as duas primeiras seções são um *background* teórico e experimental acerca do objeto em questão e dos conjuntos de modelos que abordam o problema. Para isso, nas seções 1 e 2, pretende-se expor as definições quanto a "sinalização animal em sentido geral" e tratar das implicações para o debate entre as simetrias ou dissimetrias, entre a comunicação em animais não-humanos e a linguagem em animais humanos.

Na seção 3, se tenciona sobre os diferentes grupos de modelos de pesquisa alusiva à temática central, a saber, a comunicação em animais não-humanos e a linguagem em animais humanos, nomeadamente, sobre o grupo de pesquisas sob o nome de "Emergentismo" (Tomasello, 2010), "Essencialismo Generativo" (Berwick et al., 2013) e "Essencialismo Adaptacionista" (Pinker, 2010). Nesta seção, se confronta as "Teorias de Evolução da Linguagem", assim como foi feito da seção 3 do capítulo 1 sobre as "Teorias das Emoções", não indicando o favorecimento de um modelo sobre o outro. Isso ocorre na seção subsequente, a seção 4, na qual, visa incitar uma discussão sobre o objeto central do capítulo 2, as estruturas gerais da linguagem que importam, se só a sintaxe ou se há outras, os modos de conceber a evolução, se por meio de exaptações ou gradualmente, as interfaces cognitivas da linguagem, e talvez, a questão mais importante, a função da linguagem. A estrutura sintática é elementar para a hipótese de trabalho e não há dificuldades em aproximar-se do essencialismo generativo (Chomsky, 1995; Chomsky, 2000). No entanto, também se discorre sobre as demais estruturas da

linguagem que são consideradas mais favoravelmente pelos outros modelos, neste caso, o emergentismo (Cheney & Seyfarth, 2003) e o Essencialismo Adaptacionista (Pinker & Jackendoff, 2005a).

Na seção 5, a meta é especificar determinadas investigações relativamente aos correlatos neurais da linguagem, isto é, as pesquisas sobre imagearia e cronometria dos processos neurais subjacentes à codificação simbólica, por exemplo, na representação mental das palavras, na compreensão da linguagem, no processamento da linguagem oral, nos processos sintáticos e semânticos e nas diferenças hemisféricas da linguagem (Friedirici, 2011). Nesta seção se discute alguns modelos neuropsicológicos de linguagem como a Afasia Progressiva Primária e a Dispraxia Verbal do Desenvolvimento. Além disso, se ressalta a importância das Redes Funcionais que Categorizam a Linguagem, como a Rede de Linguagem Padrão, e os Processamentos Computacionais Ascendente e Descendente nos Circuitos da Linguagem. Hoje em dia, as abordagens combinam múltiplos modelos, sendo que, a perspectiva modular é adotada no processamento inicial de identificação e a abordagem interativa sendo hegemônica para os processos sequenciais de interpretação.

Na seção final do capítulo 2, na seção 6, a finalidade é articular a linguagem e a consciência em dois sentidos anunciando, previamente, o que é abordado no capítulo 3. Na primeira parte, meandra-se a distinção entre alguns tipos de mecanismo consciente, presentes na literatura (Damasio, 2018; Ledoux, 2019) e a cognição numa perspectiva dos EMs. Como as ponderações acerca da relação da consciência e da linguagem são cruciais para a hipótese de trabalho, o processamento cognitivo não-consciente e consciente da linguagem é sugerido à discussão futura, conforme relatado no apêndice, que aponta os caminhos futuros da pesquisa. Primeiramente, numa perspectiva funcional, se desenvolve o debate consistente com o nexo entre o controle consciente e a origem da linguagem, bem como, a sua dependência das funções executivas segundo os modelos da SMH de Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 2018) e da HOTEC de Ledoux e colegas (Brown et al., 2017; Ledoux, 2019) confrontando as definições conceituais de "Consciência Central" (*Self Core*) e de "Consciência Anoética" e "Consciência Noética". Na segunda seção, o objetivo é argumentar, de antemão, como a co-evolução consciência-linguagem também favoreceu a consciência na forma de estados conscientes mais detalhados e complexos quando expressos semanticamente (Damasio, 2018; Ledoux, 2019). Esse debate é retomado no capítulo 3 (seção 4) realçando as vantagens evolucionárias aos

organismos que disponham deste mecanismo tradutor de estados internos em externos, por meio de representações simbólicas, e como tais estados semanticamente construídos possibilitaram a emergência de estados conscientes enriquecidos (Damasio, 1998).

A parte II é integrada por só um capítulo, o capítulo 3, que recebe o nome da hipótese de trabalho, "Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência". Apesar de ser apenas um capítulo, o capítulo 3 é composto igualmente de 6 seções. Na seção 1, a hipótese CLEC é enunciada e explicada de modo ilustrativo por uma metáfora em três estágios. Levando em conta o resultado das considerações prévias nos capítulos 1 e 2 sobre a evolução da consciência e da linguagem, uma ilustração da evolução da consciência em 3 estágios é apresentada como complemento explicativo[6]: 1) No Estádio Inicial, se considera os organismos com um sistema nervoso periférico que dá suporte às representações implícitas acerca do corpo, comportamento e do meio externo; 2) No Estágio Intermediário, há a adição da sinalização geral em comunicação animal e das expressões emocionais aos componentes do estágio anterior (aqui, a informação é representada de forma implícita, não simbólica e distribuída); 3) No Estágio 3, a expressão linguística é incluída juntamente com as representações explícitas (a representação é simbólica e localizada neural e cognitivamente), um sistema nervoso central diferenciado, complexo e desenvolvido que dão sustentação às funções executivas, ao sistema cognitivo-computacional e ao mecanismo consciente. Em cada estágio, o argumento remete aos conceitos-chave já abordados na Parte I. As definições conceituais são evocadas e explicadas com auxílio do arcabouço teórico já explicitado e as evidências experimentais antes catalogadas. Desse modo, a hipótese de trabalho é inserida mediante a exposição destes três estágios que referem cada um aos cenários distintos, na qual, segundo a hipótese CLEC, apesar que houve um incremento adicional de alguma característica distintiva aos organismos em cada estágio, o surgimento da linguagem é marcado na transição do segundo para o terceiro estágio quando o mecanismo consciente apresenta a função peculiar que serve aos propósitos comunicativos.

[6] Ao apresentar, ao menos, 3 etapas significativas evolutivamente para os organismos comunicarem os seus estados internos não significa que elas exaurem toda a complexidade e os acontecimentos relevantes da história evolutiva das espécies e nem que sejam um recorte exato e relevante para a apresentação da hipótese. Os 3 estágios apresentados têm a pretensão de servirem como uma metáfora para ilustrar a questão hipotética reunindo algumas das propriedades, características, habilidades e faculdades que são debatidas, neste trabalho, em relação à evolução da consciência.

Á vista disso, na seção 2, intitulada "Abordagens Filogenéticas da Consciência", primeiro, algumas definições conceituais fundamentais, no que tange a evolução da consciência, são tematizadas segundo os modelos evolutivos da consciência concernentes às emoções, cognição e representações mentais. Nesta seção, são pinceladas as definições conceituais necessárias à argumentação da hipótese CLEC, oriundas de modelos evolutivos diversos como as funções da atenção *top down*, da memória de trabalho e das representações internas em relação à consciência. O objetivo aqui é demonstrar os blocos de construção necessários da consciência, desse modo, se concentra na evolução das representações internas, da memória de trabalho e da atenção seletiva numa perspectiva filogenética, isto é, comparativa entre as homologias e as diferenças entre algumas espécies.

Um pressuposto comum é a evolução por seleção e adaptação. Assim, supõe-se que, como é o caso de outras faculdades cognitivas de acordo com teorias do campo da psicologia evolutiva, o mecanismo consciente evoluiu seguindo pressões adaptativas. Essa suposição exige que se demonstrem as evidências da evolução dessa faculdade, bem como das vantagens adaptativas de uma faculdade de consciência. Ainda, na seção 2, o foco é na evolução da linguagem e na sua importância para a argumentação relativa à hipótese CLEC de acordo com os modelos pertinentes, especificamente, destacando a relevância do *know-how*, da vida social e da cooperação para a evolução da linguagem. O desígnio aqui é mostrar aquilo que foi relevante para a evolução de um mecanismo de recodificação de uma informação já codificada previamente, por exemplo, como uma expressão emocional, que adquire uma forma mais complexa e detalhada através de uma forma comunicável e sujeita à decodificação pelos pares que possuem o mesmo sistema de produção da linguagem.

Na seção 3, o tópico é a consciência em animais não-humanos. Assim como a seção 2, a presente seção reúne diversas pesquisas filogenéticas comparativas em cognição e consciência em animais não-humanos e animais humanos, tentando buscar potenciais homologias e diferenças entre as espécies a partir de duas abordagens distintas (Seth e .al, 2005, Edelman & Seth, 2009; Edelman, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020). Tanto a abordagem sintética (Seth et al, 2005, Edelman & Seth, 2009; Edelman, 2009) quanto a abordagem multidimensional, apesar de partirem de estudos similares, chegam a conclusões diferentes, sendo que, a sintética visa estabelecer uma escala comparativa, na qual, as espécies não-humanas e humanas poderiam participar do mesmo tipo de

consciência, mas separadas em graus. Por isso, eles buscam pautar a pesquisa por referenciais comparativos. Todavia, a abordagem multidimensional (Birch, 2019; Birch et al., 2020) admite poder haverem diferentes perfis de consciência e que as comparações por referências podem ser não precisas na avaliação de um perfil consciência, pois podem destacar alguns aspectos como mais importantes que outros. Por exemplo, as espécies que tenham uma acurácia visual maior que outras, poderiam ter uma consciência visual mais rica que outras que, por sua vez, poderiam integrar melhor as informações no tempo (Birch, 2019; Birch et al., 2020).

Na seção 4, se interpela um cenário previsto pela hipótese de trabalho, na qual, há uma dependência funcional da linguagem em relação à consciência. Em outras palavras, a hipótese de trabalho diz que havia a consciência, mas não havia a linguagem, insinuando que a consciência não depende da linguagem, mas que ao contrário, a linguagem depende da consciência, a sua condição elementar. Assim, fica claro que a consciência veio primeiro evolutivamente e, segundo a hipótese de trabalho, estaria na origem da linguagem. Ora, aqui a preocupação recai sobre uma implicação da hipótese de trabalho, mas que já está presente na literatura: especificamente, se diz que com as novas formas de consciência que a linguagem possibilitou, a consciência adquire um aperfeiçoamento evolucionário, pois a linguagem insere mais riqueza e detalhamento aos estados conscientes (DAMASIO, 1998). A hipótese de trabalho assume que, eventualmente, dada a capacidade que se desenvolveu possibilitando representar conscientemente um número infinito de estados internos com um nível infinito de complexidade e detalhes, ou seja, a capacidade de linguagem propriamente dita, assim, o mecanismo consciente e a linguagem evoluíram lado a lado, e com efeito, a partir do desenvolvimento da linguagem se permitiu um novo grau de capacidade da consciência expressa nas suas formas mais complexas. Este seria o segundo momento da co-evolução consciência e linguagem, sendo o primeiro, a hipótese de trabalho propriamente dita.

Seguindo, na seção 5, o foco é apresentar o alcance, as críticas e as limitações daquilo que os EMs e os demais Modelos Específicos de Consciência, sob a taxonomia de Modelos Neurais, Cognitivistas, de Alta-Ordem, e assim por diante, possuem e o que esses modelos podem oferecer para o debate geral em “Estudos da Consciência”. Outrossim, algumas dessas críticas e limitações são avaliadas se implicam em consequências indesejadas para a hipótese de trabalho e em limitações quanto as suas pretensões. Em vista disso, se indaga: (1) considerando que haveria uma dependência da

hipótese de trabalho da noção de imagens e que as representações simbólicas seriam constituídas sobre estas imagens, então poderia haver pessoas, que não possuindo imagens mentais (como os afantásicos), não poderiam se comunicar com outras pessoas ou ter algum prejuízo em consciência? Nesta perspectiva, é descrito o caso dos afantásicos e hiperafantásicos na literatura (Zeman et al, 2020) e uma potencial resposta/comentário; (2) por segundo, são mencionadas as críticas a partir dos modelos 4 Es + (corporificadas, incorporadas, estendidas, enativas, + ecológicas, + emocionais) (Gallagher & Zahavi, 2012) no sentido de considerar o modelo proposto pouco aberto para trocas com o ambiente e, assim muito internalista, como também pouco contextual não considerando tanto o papel da cultura e do social para a cognição e a consciência. Do mesmo modo, é oferecido uma reposta após a problematização.

Em suma, ainda são mencionadas outras potenciais críticas: (3) uma crítica concerne ao alcance das metodologias que fazem uso de neurotecnologias, como fRMI, sobre o tamanho das amostras (Vul et al., 2009), achados incoerentes (Bennett et al., 2009) e problemas de software (Eklund et al., 2016; Mueller et al., 2017), por exemplo, visto que muitos estudos de imagearia cerebral foram citados no trabalho; (4) se é possível contra-argumentar quanto a impossibilidade de separação dos problemas da consciência (nagel, 1974; jackson, 1982; searle, 1993); (5) se a abordagem proposta possui traços reducionistas e se a abordagem da questão funcional da consciência evita muitos desses problemas atribuídos ao reducionismo (Levine, 1983; Chalmers, 1996); (6) como que o modelo trata a questão entre a consciência fenomenal e de acesso (Lamme, 2004; Block, 2011); (7) como o modelo responde às objeções que a consciência não possui função (Block, 1995; Maley & Piccinini, 2018). Por fim, são incluídas subseções quanto aos limites e alcance do modelo: (8) sobre o objetivo do modelo e, logo, acerca daquilo que o modelo prevê e aquilo que ele não prevê; (9) sobre o estado de arte ou atual estágio da pesquisa em neurofilosofia da consciência e os limites do modelo.

Na última seção (seção 6), intitulada “apêndice”, é versado sobre as perspectivas futuras da pesquisa, alguns fenômenos paralelos e ressalvas sobre as predições que o modelo não faz. Desse modo, recebe destaque o intuito de discorrer futuramente sobre outras interfaces do modelo como a codificação neural, o processamento informacional e a formação de representações. Isso é fundamental para explicar a relação entre o mecanismo consciente, a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional a partir de níveis de análise neural, informacional e representacional. Além disso, merece

ênfase a relação entre comunicação e Teoria de Mente, sobretudo, a evolução das expressões emocionais, as células espelho e a empatia.

Apesar de ter discutido muitas destas questões, o modelo proposto não prevê vários aspectos importantes sobre: (1) apesar de que isso pode ser trabalhado futuramente, o modelo não prevê quais animais não-humanos possuem consciência e quais não possuem e não qual grau ou perfil; (2) assim como quando e em que ritmo a consciência evoluiu, mesmo que o modelo possa ser trabalhado futuramente em relação, por exemplo, as condições saltatórias ou de evolução gradual; (3) do mesmo modo, o modelo não prevê se as representações de primeira-ordem e alta-ordem são localizadas ou distribuídas no cérebro; (4) o modelo também não desenvolve a discussão no sentido de questionar como ocorre o processamento da linguagem consciente e não-consciente no cérebro; (5) por último, o modelo não fornece uma explicação de quais seriam os correlatos neurais da consciência, visto que, este seria um problema distinto. A despeito do modelo não fornecer respostas para essas questões acima, o modelo pode ser trabalhando futuramente nesses caminhos, abrindo novas direções de pesquisa.

PARTE I

A INTERAÇÃO ENTRE A COGNIÇÃO E A CONSCIÊNCIA E A EVOLUÇÃO DA LINGUAGEM

Capítulo 1

O *Backgorund* Teórico-Conceitual e a Relação entre a Cognição e a Consciência

No capítulo 1, se objetiva aproximar-se do arcabouço teórico elementar que procura basear teoricamente e experimentalmente a Hipótese de Trabalho (CLEC) (seções 1 a 5) e demonstrar o vínculo entre a cognição e a consciência (seção 6), este último que corresponde a um dos dois aspectos fulcrais da proposta de trabalho (o segundo aspecto é o vínculo entre a linguagem e a consciência que é adentrado no capítulo 2).

Nesse intuito, se procura, inicialmente (seção 1), abordar o problema que a hipótese de trabalho procura responder, isto é, o problema da função da consciência. Complementarmente, o interesse gira em torno de como a consciência possa ter função causal sobre as estruturas do organismo e como isso tem papel relevante para o organismo. Segundo esse ponto de vista, a finalidade é demonstrar a relação entre a consciência e a cognição no tocante ao problema da tomada de decisão. Para isso, aborda-se os conceitos de controle cognitivo e controle consciente disponíveis na literatura.

Nas seções 2 e 3, o tópico abordado são as definições conceituais acerca das expressões emocionais e as teorias que servem de referência explicativa para a sua origem. Na seção 2, é dissertado sobre uma gama de modelos e versões sobre o que são as expressões emocionais em um pano de fundo evolutivo destacando a definição de expressão emocional como registro dos estados do corpo e resposta comportamental como prevista, principalmente, pelo modelo *Attended Intermediate Representation* (AIR) de Jesse Prinz (Prinz, 2004; Prinz, 2012). Na seção 3, dois modelos neurobiológicos sobre as emoções são confrontados, a saber, a Hipótese do Marcador Somático (SMH) de Antonio Damasio (Damasio, 1994) e a Teoria de Alta-Ordem da Consciência Emocional (HOTEC) de Joseph Ledoux (Ledoux, 1990), considerando as suas bases

neuroanatômicas e uma perceptiva evolucionária evidenciando que as expressões emocionais são sustentadas por, ao menos, duas vias e que são um produto evolutivo mais tardio na evolução que a SMH prevê.

Nas seções 4 e 5, o tema interpelado é, primeiro, os conceitos e as modalidades de consciência, e posteriormente, a profusão de modelos explicativos disponibilizados que se infundem sobre as suas características, as condições para uma explicação ser bem-sucedida e a origem da consciência. Detalhadamente, na seção 4, o tópico da consciência é inquirido a respeito de uma perspectiva generalizada, considerando os conceitos e as modalidades do mecanismo consciente tangíveis e necessários para aproximar-se da questão principal, a saber, a questão da função da consciência. Nesta seção, por exemplo, a questão da consciência fenomenal e de acesso é um dos conceitos abordados quando se conceitua a relação entre a cognição e a consciência. Assim também, a hipótese de trabalho depende da aproximação à modalidade corporal/emocional da consciência, pois a hipótese de trabalho assevera que o mecanismo consciente coordena componentes que manipulam as representações, que são codificações simbólicas dos estados internos do organismo, enquanto representações de primeira-ordem. A seção subsequente, a seção 5, se debruça acerca dos Modelos de Consciência que servem de apoio teórico e experimental para a hipótese de trabalho. A seção é subdividida em duas subseções, sendo a primeira uma exposição dos modelos de relevância e a segunda sobre uma interação entre os modelos que servem de sustentáculo argumentativo para a hipótese e que são exaustivamente explorados a partir desse momento do texto.

Por fim, a seção derradeira do primeiro capítulo, recai sobre a relação da consciência e da cognição, particularmente, sobre alguns tipos de consciência com a memória de trabalho e os tipos de atenção. A seção 6 é a seção mais importante do capítulo 1 e serve como uma base considerável da hipótese de trabalho, porque, se empenha sobre a relação entre a cognição e a consciência averiguando, os modelos que servem de base para a aproximação entre a consciência, a memória de trabalho e a atenção *top-down*. Isso é por demais relevante, visto que, a hipótese de trabalho procura prever que a consciência funciona como um tradutor de estados internos do organismo em estados externos, coordenando operações dos componentes da memória de trabalho. Nesta seção, primeiro, são expostos os modelos sobre memória de trabalho, com destaque ao modelo de Baddeley e Hitch (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b) com objetivo de fazer um exame dos componentes e das suas funções da memória de trabalho, para

depois, avançar sobre a sua base neuronal e a sua interação com a linguagem. Isso é relevante, pois como escrito acima, a hipótese de trabalho é assentada sobre a ideia que o mecanismo consciente recruta a central executiva que controla os *buffers* que manipulam símbolos linguísticos para propósitos comunicativos. Nas subseções seguintes, é explicado como a atenção seletiva participa desse processo (Dehaene et al; 1998; Lamme, 2004) e como as representações de alta-ordem (Block, 2011; Lau & Rosenthal, 2011) são necessárias para complementar a argumentação pertinente à hipótese de trabalho.

Seção 1

Os Problemas da Consciência e a Função da Consciência

1.1. O Problema da Consciência em Sentido Geral

Na literatura neurofilosófica, o problema da consciência é multifacetado e subdividido em três questões (Van Gulick, 2014). Por certo, isso pressupõe que possa haver diversos modos de abordar a tarefa de entender a consciência. Segundo a literatura aceita na área (Van Gulick, 2014), o problema da consciência, a questão de apontar quais os aspectos da mente-cérebro são conscientes, como estes aspectos interagem com os aspectos não-conscientes e quais destes aspectos podem ser projetados, modelados e instanciados, pode ser formulada de três maneiras principais no tocante às perguntas sobre "o quê", "como" e "por quê" estas questões são colocadas: a) A Questão Descritiva: O que é consciência? Quais são as suas principais características? Por quais meios elas podem ser melhores descobertas, descritas e modeladas?; b) A Pergunta Explicativa: Como a consciência passa a existir? Se a consciência é um aspecto original da realidade, isto é, como a consciência no aspecto relevante poderia surgir ou ser causada por entidades ou processos não conscientes?; c) O Problema Funcional: Por que a consciência existe? Se há uma função, então qual seria? Se a relação é causal e age causalmente, então interage com quais tipos de efeitos? Se a consciência relevante faz a diferença na operação dos sistemas em que está presente, e por que é relevante? Com base nisso, o objetivo,

neste primeiro momento, é definir o escopo do problema, ao qual, a hipótese de trabalho se ocupa.

Desse modo, na primeira parte da seção 1, discorrer-se-á com relação às três questões, especialmente, naquilo que as questões se concentram, em descrever as características da consciência, explicar a sua base ou a sua causa subjacente e demonstrar o seu papel ou valor. Além do mais, esta abordagem faz-se necessária para poder selecionar a questão funcional destacando-a das demais questões (descritiva e explicativa). Contudo, isso não quer dizer que há acordo sobre esta divisão, pois, como é mencionado em um balanço geral, há distintas posições não somente entre aqueles que são contra ou a favor da separação, mas dentro de cada posição (Van Gulick, 2014).

A questão de subdividir o problema da consciência em dois ou três subtipos de problemas pode parecer controversa. Talvez, possa parecer difícil aceitar a divisão do problema da consciência em três subquestões distintas, dado o seu caráter qualitativo e a sua característica unitária, pois, do contrário, isso significa aceitar que os *qualia*, considerados componentes da questão explicativa, poderiam ser separados da função da consciência (Searle, 1990). Um argumento é que as três questões são auto-referidas conceitualmente, pois as respostas que podem ser dadas a cada uma das subquestões depende em parte como abordar-se-á as outras questões, por isso não se pode responder adequadamente à pergunta explicativa da relação mente-cérebro e à descritiva das características da consciência sem abordar a questão do "por quê", ou seja, do seu papel funcional dentro dos sistemas cujas operações são afetadas e vice-versa.

Ademais, há ainda aqueles que não defendem a subdivisão, mas destacam um papel mais relevante para um ou outro aspecto da questão, por exemplo, ou argumentam que as questões descritiva e explicativa têm uma situação privilegiada, pois referem aos aspectos relevantes constituintes da consciência (Chalmers, 1996) ou argumentam que a questão funcional da consciência deva ser privilegiada em relação às questões descritivas e explicativas, pois a função da consciência não está aparte dos estados conscientes, mas possibilita acesso à eles (Cohen & Dennett, 2011). Assim, a consciência não pode ser

separada de sua função, sendo a questão da função da consciência altamente relevante metodologicamente (Cohen & Dennett, 2011)[7].

1.2. As Questões Explicativa e Descritiva da Consciência

Esta subdivisão tripartida da consciência pode ser assim explicitada: as Questões Descritiva e Explicativa da Consciência são as perguntas acerca das características constituintes da consciência e sobre como pode a consciência existir. A "Questão Descritiva" pede para descrever e modelar as principais características da consciência, no entanto, a questão sobre quais são as características relevantes, variam de acordo com o tipo de consciência que se pretende capturar. Sobre este aspecto é importante considerar os dados de primeira e terceira pessoa (Nagel, 1974) e as implicações metodológicas (Searle, 1990), a subjetividade e os limites epistêmicos sobre os aspectos factuais da experiência conscientes (Chalmers, 1996) e das abordagens materialistas-reducionistas (Jackson, 1982), intimamente ligadas à subjetividade (Chalmers, 1996), o carácter qualitativo e a estrutura fenomenal (Gallagher & Zahavi, 2012), a intencionalidade e a transparência (Searle, 1984), a unidade e o fluxo dinâmico (Baars, 1997) da consciência. De outra maneira, a "Questão Explicativa" é a indagação sobre: como é possível tornar algo consciente a partir de coisas que não são conscientes? A questão pede para explicar o status básico da consciência e o seu lugar na natureza, ou seja, se indaga se a consciência é uma característica da realidade por si só ou a sua existência depende de outros itens não conscientes, sejam eles físicos, biológicos, neurais ou computacionais? E se forem estes últimos, pode-se explicar ou entender como os itens não conscientes relevantes podem causar ou realizar a consciência em um sistema? Esta questão pressupõe a diversidade de

[7] Ao argumentar que as abordagens cognitivistas da consciência não tratam só do "*easy problem*" quando consideram a consciência no seu aspecto funcional, mas que esgotam todos os aspectos relevantes da consciência, sem aceitar necessariamente as características qualitativas, Cohen & Dennett (Cohen & Dennett, 2011) não partem do paradigma divisório de Chalmers (Chalmers, 1996) e afirmam que a divisão entre os estados de acesso e fenomenal não ocorrem. Para Cohen & Dennett (Cohen & Dennett, 2011, p. 359) é impossível demonstrar que a cognição e as funções da consciência são separadas da experiência, pois os experimentos que são considerados como provas por defensores das explicações de primeira-ordem (*first-order theories*), como Ned Block (Block, 1995), são baseados no pressuposto da divisão *hard/easy problems* de Chalmers (Chalmers, 1996, p. 31), porque, esta concepção dissociativa rompe a ligação da consciência com as funções cognitivas por meio das quais a consciência é estudada (Cohen & Dennett, 2011, p. 358).

modelos explicativos e a lacuna explicativa (Levine, 1983), as diferenças entre as explicações reducionistas e as não-reducionistas (Churchland, 2013) e os requisitos do sucesso explicativo (Churchland, 2005).

1.3. O Problema Funcional da Consciência

A questão do "por que" da consciência existir respeita a "Questão Funcional" que recaí sobre a pergunta da origem da consciência e do seu papel causal, por conseguinte, diz respeito à relevância para o organismo de possuir o mecanismo consciente. Esta é a pergunta, já feita acima, se a consciência faz diferença na operação dos sistemas em que está presente? Se a consciência existe como uma característica complexa dos sistemas biológicos e exerce alguma função causal, então o seu valor adaptativo é provavelmente relevante para explicar a sua origem evolutiva, embora não precise ser a mesma que pode ter sido quando surgiu pela primeira vez ou que tem um engajamento em uma função indireta como possibilitando outras faculdades com outras funções (Lacalli, 2021)[8]. Em resumo, a "Questão Funcional" compete ao papel causal, se um tipo de consciência, que tem relevância para o organismo que a possui teria ou não uma função causal (Mandik, 2010; Kunde Et.Al., 2012; Liljenström, 2022) e ao controle cognitivo, neste caso, se a consciência possui papel causal, então ela causaria quais tipos de efeitos no organismo e se estes efeitos fariam a diferença para a sobrevivência do organismo (Carruters, 2013; Damasio, 2018; Ledoux, 2019).

Os dois eixos centrais de investigação nesta tese são sobre a importância do mecanismo consciente para os organismos que o possuem e quais as causas da origem da consciência. A hipótese de trabalho defende que o mecanismo consciente funciona como um tradutor dos estados internos do organismo em estados externos, mediante a atividade de coordenação da memória de trabalho e do sistema cognitivo computacional da sintaxe codificando as informações internas do organismo em representações simbólicas extrínsecas passíveis de serem decodificadas pelos organismos que possuem o mesmo

[8] Por exemplo, um tipo de função da consciência seria que a consciência trabalharia como um mecanismo para reestruturar as redes sinápticas de maneira que de outra forma não teriam ocorrido, a fim de produzir resultados comportamentais vantajosos que de outra forma não teriam acontecido (Lacalli, 2020, p.6).

sistema de codificação. Na subseção seguinte, adentrar-se-á em alguns tópicos que ressaltam a relevância do papel causal da consciência em domínios, como a tomada de decisão (Dehaene & Naccache, 2001; Lau & Passingham, 2007; Sakur & Dehaene, 2009; Boly et al., 2010; DE Lange et al., 2010; Sheferd, 2015), que sustentam contra a noção que o mecanismo consciente evoluiu sem propósito funcional (Maley & Piccinini, 2018). Complementarmente, a questão sobre a origem filogenética da consciência é aventada na Parte II e no capítulo 3 deste texto, na qual, são tomados em conta alguns Modelos Evolucionistas, por exemplo, como a Teoria da Seleção dos Grupos Neuronais (TNGS) (EDELMAN, 1992), a Hipótese do Marcador Somático (SMH) (Damasio, 2018) e a Hipótese da Alta-Ordem da Consciência Emocional (HOTEC) (Ledoux, 2019) que sublinham a relevância da co-evolução consciência e linguagem, bem como, a evolução da consciência em animais não-humanos (Edelman & Seth, 2009; Birch et al., 2022).

1.4. A Função Causal da Consciência

Uma subseção sobre a função da consciência é justificável por duas razões. Primeiro, porque a hipótese de trabalho sugere uma função para a consciência e que, portanto, a consciência é relevante e importa para o organismo que possui esse mecanismo e, segundo, porque se a consciência é relevante para o organismo que a possui, então ele deve ter um papel causal e desempenhar alguma importância no comportamento do organismo num sentido mais interno ou até social.

O extenso envolvimento de processos não-conscientes no comportamento humano levou alguns (Block, 1995; Eimer 1999) a sugerir que a consciência é muito menos importante para o controle da ação do que se poderia pensar. Seguindo outra linha, a hipótese de trabalho diz que o mecanismo consciente favorece o organismo por permitir maior detalhamento e complexidade na comunicação de estados internos representados simbolicamente. O objetivo desta subseção é mostrar que a consciência gera efeitos causais no organismo e que tais efeitos fazem a diferença para o organismo, que possui esta faculdade. Uma ideia remete ao controle flexível que pode proporcionar aumento da flexibilidade e da sofisticação no controle das decisões (Baars & Franklin, 2003;

Morsella, 2005; Dehaene & Naccache, 2001; Dehaene et al., 2006; Lau & Rosenthal, 2011; Bor & Seth, 2012; Hart Jr, 2016; Liljenström, 2022):

- **Especificidade:** A consciência permite o maior detalhamento na comunicação dos estados internos. Os processos conscientes controlados adquirem a sua versatilidade personalizada, ao preço de serem mais lentos e mais trabalhosos, em contraste com a rapidez fluida das operações mentais não-conscientes automáticas (por exemplo, a comunicação animal vs. a linguagem humana). Os aumentos relevantes na flexibilidade parecem mais intimamente relacionados com a forma meta-mental ou de ordem superior de consciência, na medida em que a capacidade aprimorada de controlar processos depende de uma maior autoconsciência. No entanto, a flexibilidade e os modos sofisticados de controle podem estar associados também às formas fenomenais e de acesso da consciência.
- **Flexibilidade:** Os processos mentais conscientes parecem fornecer formas de controle altamente flexíveis e adaptáveis. Embora os processos automáticos não-conscientes possam ser extremamente eficientes e rápidos, eles normalmente operam de maneira mais fixa e predeterminada que aqueles que envolvem a consciência. A percepção consciente é, portanto, de maior importância quando se está lidando com situações novas e problemas ou demandas anteriormente não encontrados.
- **Sofisticação:** Na fase inicial de aprendizado, a aquisição de habilidades enfatiza a percepção consciente, mas com o tempo, gradualmente dá-se lugar aos processos mais automáticos do tipo que requerem pouca atenção ou supervisão consciente. O processamento consciente permite a construção ou compilação de rotinas especificamente adaptadas a partir de unidades elementares, bem como o controle deliberado de sua execução.
- **Coordenação Social:** A consciência meta-mental pode significar aumento da performance em leitura de mente através ou de uma teoria-teoria ou da simulação mental das mentes de outros membros do grupo social. Esse aumento no conhecimento mutuamente compartilhado e relevante das mentes uns dos outros permite que os organismos interajam, cooperem e se comuniquem de maneira mais avançada e adaptável.

- **Integração:** Neste caso, a vantagem consiste em possuir uma representação mais unificada e densamente integrada da realidade. Os objetos no espaço-tempo são representados num modo multimodal de integração da informação por várias projeções, unindo a percepção *online* com o *backgroud* de memória e conhecimento. A experiência consciente apresenta isso incorporado em sua organização e dinâmica experiencial a densa rede de relações e interconexões, que coletivamente constituem a estrutura significativa de um mundo de objetos.
- **Difusão:** A disponibilidade do acesso à informação relevante globalmente distribuída pode conferir certas vantagens adaptacionistas, pois pode ser usada por uma variedade de subsistemas cognitivos para aplicação de uma ampla gama de potenciais situações e ações. A informação encapsulada em módulos de processamento dá suporte às operações específicas que esses módulos estão relacionados e à informação processada multi-modularmente e serialmente, mas ainda não consciente. Essa informação não-consciente pode ser usada para controlar o comportamento de modo eficiente e diminuir a carga cognitiva proporcionando maior fluidez comportamental. Contudo, essas informações não estão distribuídas globalmente ainda, ao passo que, se tornar essas informações conscientes, então amplia-se a esfera de influência e a gama de maneiras pelas quais ela pode ser usada para guiar ou moldar os estados internos e o comportamento externo.

Um pressuposto básico da hipótese de trabalho faz coro em favor do papel relevante da consciência para o organismo que a possui. Essa diferença parece ligada à função adaptativa. Enquanto as vantagens de possuir uma consciência, aparentemente, na literatura, derivam da representação do *self* [9] em relação ao ambiente - o que obviamente

[9] Como será visto no capítulo 3, seção 4, o sentido de "*self*" para a hipótese de trabalho é orientado por uma perspectiva naturalista e evolucionista. Primeiro se deve conceber que há uma diferença entre o organismo estar consciente de um estado e estar consciente de si mesmo como estando naquele estado. No entanto, essa representação não é do *self* consciente e pode ser interpretada como sendo implícita ou não-consciente. O estado de ordem-superior, então, representa o estado de primeira-ordem como pertencente a si mesmo, mas em um sentido muito tênue que não invoca o "*self*" consciente ou a autoconsciência. Assim, uma distinção entre "*self*" e o outro incluirá as emoções corporais (um esquema de emoções) e os estados cognitivos de alta-ordem (a memória de trabalho, atenção de alta-ordem e outros), mas se não representar explicitamente o "*self*" consciente, não é um estado de autoconsciência. Não obstante, isso acontece quando uma representação de ordem-superior inclui um tipo de esquema de "s*elf"* e estados de "*self"* e a memória episódica. A presença do "*self"* na representação não-consciente permite que um estado autonoético consciente (um auto-HOROR) resulte da re-representação que é a adição do esquema de "*self*" e dos estados das memórias episódicas (Ledoux, 2019). Evolutivamente, este "*self*" pode ter em seu cerne as

inclui outros organismos e seu comportamento - as vantagens de possuir um mecanismo consciente, como aventado pela hipótese de trabalho, consistem em ser capaz de transmitir estados internos corporais, planos, intenções, aos outros com o máximo grau de precisão e detalhamento. Para isso, se conceitua a consciência aparentemente fluindo de modelos cognitivistas, neuronais e de alta-ordem. Por exemplo, na hipótese de trabalho se postulam que as representações de alta-ordem sobre as representações de primeira-ordem acerca dos estados do corpo são cruciais para antecipar as situações e controlar o comportamento se o organismo for capaz de decodificar as informações simbólicas e interpretar os estados internos dos outros. Aparentemente, os animais humanos fazem isso corriqueiramente, por exemplo, quando deliberam sobre os seus próprios motivos ou quando procuram antecipar ou influenciar os motivos dos outros. No entanto, por que tal função foi originada e até que ponto os animais não-humanos, além dos animais-humanos, desfrutam dessas vantagens ainda não está claro, justificando uma investigação com traços evolucionários.

1.5. Consciência, Controle Cognitivo e Tomada de Decisão

Não é o objetivo se aprofundar neste debate sobre a relação entre os processos não-conscientes, tais como os processos *priming* subliminares e as funções cognitivas ditas superiores, como a tomada de decisão e as áreas cerebrais pré-frontais, como o córtex pré-frontal ventrolateral ($_{VL}$PFC) e dorsolateral ($_{DL}$PFC) aqui nesta subseção. Não obstante, é preciso tão somente argumentar que a consciência tem papel causal no comportamento e que ela é relevante para o organismo que a possui, em vista de que, a própria hipótese de trabalho é sobre o papel que a consciência possui nos organismos, traduzindo seus estados internos em estados externos. Para isso, no tocante ao controle

representações mais primitivas como aquelas que diferenciam estados internos e externos ao organismo, apesar do longo caminho que separa as representações mais rudimentares, de um "dentro" e "fora", das formas mais complexas de autoconsciência que permitem a viagem temporal com o "*self*" como eixo central. Do ponto de vista funcional, a vantagem de possuir esta habilidade consiste na capacidade ter uma representação interna do "*self*" como agente e protagonista na narrativa da vida de alguém e permite coisas como a viagem mental no tempo para o passado ou para o futuro recrutando a memória autobiográfica e fazendo previsão e planejamento. Todavia, na presente hipótese de trabalho, o interesse recai, sobretudo, em outra forma de consciência, a saber, a consciência noética de subtipo verbal e no seu vínculo com a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional coordenando estes dois sistemas de codificação de informações simbólicas. Esta é a função ligado ao mecanismo consciente defendida aqui.

cognitivo, é importante considerar que a maneira que ele opera em funções como a orientação da atenção exógena e endógena, na resolução de conflitos entre as diferentes tarefas, no desencadeamento, interrupção e mudanças de ações, correção de erros, mudanças de estratégias, respostas que contenham novas sequencias de ações, controle de ações para superar respostas habituais e assim por diante, possui, ao menos em algum grau, uma relação com o processamento consciente (Hommel, 2007).

Do ponto de vista da ciência cognitiva, a relação entre a consciência e a cognição sempre foi uma questão central. Mas há várias maneiras de relacionar ambas, e aqui se levanta a questão de como relacionar a consciência com o controle cognitivo das ações dos organismos. Em vista disso, a questão abre margem para uma indagação geral: como os dois estão relacionados? Um é primário e a base para o outro? Se sim, qual é básico e qual é derivado? São dois processos cerebrais distintos e independentes que talvez interajam, ou um é uma forma ou subtipo do outro?

Um aspecto crucial da natureza humana é a experiência de ser um agente consciente no controle das suas ações no mundo. A consciência de controle é a consciência ou experiência de parecer estar no controle das próprias ações (Mandik, 2010). Ao admitir isso, é admitir uma potencial relação entre a consciência e a tomada de decisões. A tomada de decisões é, talvez, o mais importante dos processos cognitivos relacionados ao comportamento e é crucial para a sobrevivência de todos os animais não-humanos, ao menos, os mamíferos. Nos animais humanos, a tomada de decisão consciente está ligada ao sentimento de consciência/livre arbítrio (Liljenström, 2022). Portanto, seguindo esta perspectiva, os processos de controle cognitivo irão requerer a consciência em algum determinado grau (Dehaene & Naccache, 2001). Contudo, nem todos os pesquisadores estão convencidos dessa relação. Eles argumentam que vários fenômenos comportamentais, que foram interpretados como instâncias de controle cognitivo, podem ser desencadeados por eventos dos quais os atores não têm consciência (Van gaal et al., 2012a; Van gaal et al., 2012b; Kunde et al., 2012). Uma implicação dessa abordagem poderia levar a reconsiderar o papel funcional da consciência (Maley & Piccinini, 2018).

O termo controle cognitivo é utilizado na psicologia cognitiva para descrever os processos que irão gerar algum tipo de comportamento voluntário e consciente (Cohen, 2017). Embora não muito bem definido, segundo Stephen Kosslyn e colegas (Slotnick et

al., 2012), parece justo dizer que o controle cognitivo denota aqueles processos que configuram o sistema cognitivo, para processar os estímulos de uma maneira específica e reconfiguram o sistema cognitivo quando certos eventos dizem ao observador/ator, para tratar os estímulos de uma maneira diferente. Contudo, o controle consciente também pode envolver sinais não-sensoriais e, neste caso, há algumas diferenças entre os estados sensoriais (Prinz, 2012) e os estados de controle (Ellis, 2009). Sobretudo, as pesquisas pontuam a diferença entre os estados que são conscientes (Dehaene et al., 2003) e aqueles que são não-conscientes (Van gaal et al., 2012).

Por um lado, o comentário acima mostra que o processamento dos estímulos subliminares é amplamente reconhecido e pode afetar as áreas pré-frontais e as funções cognitivas de alta-ordem, como a tomada de decisão, implicando a ideia de um papel relevante no controle cognitivo (Petrides & Pandya, 1999; Lau & Passingham, 2007). Na verdade, às vezes, se supõe que a capacidade de processamento não-consciente, o efeito *priming*, seja ainda maior que a capacidade de processamento consciente (Mattler, 2005). Por outro lado, há uma tradição que argumenta que todo controle cognitivo envolve alguma forma de *awareness* (Jack & Shallice, 2001). Nessa linha, nas tarefas de interferência, o conflito só é resolvido estrategicamente quando a informação é percebida conscientemente (Merikle & Joordens, 1997) ou de conflito de respostas recentes, na qual, vivenciar os conflitos ajuda a superar os conflitos posteriores, invocando os mecanismos de controle que amplificam o processamento de informações relevantes (Egner & Hirsch, 2005). Em geral, esses dois casos requerem o emprego de memória para intervalos longos, que só eventos conscientes seriam suficientemente fortes.

Muitos estudos são sobre o controle cognitivo invocado por eventos explícitos. Dentre eles, há casos de controle cognitivo que foram testados para serem induzidos subliminarmente por sinais explícitos: preparação de tarefas, inibição de respostas e orientação da atenção. No primeiro (MATLER, 2005), se usou um paradigma de troca de tarefas em que uma dica precedia um estímulo imperativo. Sem entrar em detalhes da tarefa, é importante destacar que nos ensaios em que o *priming* mascarado se assemelhava à sugestão da tarefa, o desempenho foi facilitado, sugerindo que o *priming* estimulou a preparação da tarefa correspondente. Depois, Lau e Passingham (Lau & Passingham, 2007) observaram que os estímulos mascarados também ativam áreas cerebrais que se sabe estarem envolvidas na execução das respectivas tarefas. Complementarmente, Reus e colegas (Reus et al., 2011) mostraram que não só a mudança para uma tarefa sinalizada

é facilitada por números de estímulos mascarados, mas também que os números de estímulos mascarados determinam qual tarefa os participantes preferem realizar. Assim, um estímulo mascarado não apenas facilita a preparação da tarefa, mas também pode desencadear a tarefa eventualmente selecionada. Em suma, os estímulos mascarados parecem ter o poder de induzir conjuntos de tarefas.

Outro processo de controle cognitivo é a inibição da produção motora. Tal inibição é particularmente desafiadora quando uma ação motora já está preparada e prestes a ser executada. Um tipo de tarefa útil é o experimento de sinal de parada (VAN Gaal et al., 2009). O que há de inovador neste experimento foi que o sinal de parada, às vezes, era mascarado para que os participantes não tivessem ideia de que ele havia sido apresentado. Mesmo depois de um sinal de parada invisível, as respostas às vezes eram totalmente inibidas e as respostas eram atrasadas nos casos em que não eram inibidas. Os resultados mostraram que um estímulo mascarado pode invocar processos de controle inibitório. Adicionalmente, Van Gaal e colegas (Van gaal et al., 2010) relataram que a eficiência para inibir respostas após sinais de parada mascarados, se correlaciona com onda de amplitude N2 da atividade cerebral que foi bloqueada no tempo para o sinal de parada. Além disso, Van Gaal e colegas (Van gaal et al., 2009) observaram que outro exemplo de controle cognitivo, a desaceleração pós-erro, não ocorreu. Em outras palavras, este efeito de desaceleração pós-erro ocorreu após falhas na inibição das respostas quando um sinal de parada visível foi apresentado, mas não ocorreu quando o sinal de parada foi mascarado.

Em resumo, no mesmo experimento, um tipo de controle (a inibição de respostas) ocorreu sem a consciência do evento que invocou o controle (o sinal de parada), enquanto outra instância de controle (abrandamento pós-erro) não ocorreu sem a consciência do evento que o invocou (uma resposta errada). Os autores (Van gaal et al., 2009; VAN Gaal et al., 2010) concluem que os seus resultados vão na direção de que a consciência parece crucial para alguns tipos de regulações de controlo cognitivo (*trial-by*-trial), mas também demonstram a possibilidade de controlo inibitório desencadeado não-conscientemente.

Supletivamente, a pesquisa neuropsicológica esclareceu o papel específico do córtex pré-frontal dorsolateral ($_{DL}$PFC) nos processos cognitivos. Neste sentido, $_{DL}$PFC parece estar associado ao controle de funções executivas (Barbey et al., 2013b), à mudança de conjunto mental, ou seja, a mudança entre diferentes atributos de elementos

ou regras (Wager et al., 2004), o monitoramento de operações em andamento, a inibição de respostas prepotentes (*prepotent responses*) (Miyake et al., 2000) e a manutenção de informações relevantes para a tarefa na memória de trabalho quando confrontados com os distratores (Colombo et al., 2015).

Estudos clínicos sobre a relação entre o córtex pré-frontal e o controle inibitório, baseados no uso de tarefas de resposta com retardo em amostras de pacientes com danos no $_{DL}$PFC, mostraram que o $_{DL}$PFC está envolvido no controle do estímulo inibitório (Shimamura et al., 1995; Floden & Stuss, 2006). Os danos nesta área resultam numa incapacidade de inibir as representações internas de respostas inadequadas ou as respostas que já não são apropriadas e numa tendência de perseverança correspondente, ou seja, uma tendência para manter um conjunto mental pré-ativado. Esse prejuízo contribui para o mau desempenho em tarefas que envolvem funções executivas (Vendrell et al., 1995; Aron et al., 2004;).

Por exemplo, Adam Aron e colegas (Aron et al., 2004) e Blasi e colegas (Blasi et al., 2006) apresentaram evidências para regiões frontais, particularmente, inferior ($_{I}$PFC), orbitofrontal ($_{O}$PFC), $_{VL}$PFC e $_{DL}$PFC correlacionadas à diversas tarefas envolvendo controle inibitório sob diversos paradigmas como *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST), *Go/No-Go Task*, *Stop-Signal Task*, *Task-set Switching*, *Memory Retrieval Task*, e outras. Considerando, em geral, que estas tarefas implicam alguma instância de inibição da resposta como um processo cognitivo necessário para cancelar um movimento/comportamento pretendido, e que a inibição é um mecanismo pelo qual o PFC exerce os seus efeitos nas regiões subcorticais e corticais posteriores para implementar o controle executivo, os resultados apontaram inclusive para especializações funcionais dentro destas redes (Aron et al., 2004; Blasi et al., 2006). Os resultados confirmaram o envolvimento e o recrutamento de uma rede de regiões cerebrais comuns a muitas funções como o monitoramento e supressão de interferências quanto à inibição de respostas: primeiro, que o $_{I}$PFCr está envolvido na inibição durante a recuperação de memória, durante mudanças de tarefas, tempo de reação do sinal de parada (SSRT) e outras funções (Aron et. al., 2004); e que a ativação do $_{DL}$PFC durante a inibição de um fator de prepotente impulso, bem como durante o manejo de estímulos irrelevantes, é consistente com a visão de que esta região está envolvida nesses procedimentos de controle cognitivo (Blasi et al., 2006).

Há também as pesquisas envolvendo a orientação da atenção. Vários estudos demonstraram que as dicas exógenas apresentadas não-conscientemente induzem mudanças encobertas de atenção (*covert shifts of attention*) em relação a este primeiro tipo de orientação da atenção, a atenção dirigida exogenamente (Mulckhuyse & Theeuwes, 2010). Ainda sobre a questão do controle consciente, mas ao tipo de orientação da atenção que se propõe ocorrer de maneira controlada endogenamente, Reus e colegas (Reus et al., 2011) descobriram que as dicas das setas mascaradas facilitaram de fato o processamento de alvos no local indicado, mas apenas quando as pistas mascaradas ocorreram num contexto de pistas visíveis que eram preditivas para o local alvo. Os resultados apontam que só se os participantes tiveram a intenção de usar as dicas, é que o mascaramento delas provocou mudanças de atenção (Reus et al., 2011). Para resumir, nestas três categorias, a necessidade de controle cognitivo pode ser engajada pela natureza do estímulo e os participantes praticaram com versões visíveis desses estímulos. Se tais condições forem satisfeitas, exemplares subliminares desses estímulos produzem efeitos comportamentais que podem ser considerados exemplos de controle cognitivo (Van Gaal et al., 2012b).

No entanto, muitos outros estudos são sobre o controle cognitivo invocado por eventos implícitos. Dentre eles, há a frequência de conflito, a frequência de conflito em contextos específicos e os conflitos recentes. O primeiro caso envolve tarefas de conflito, na qual, há necessidade de adaptação de uma resposta a partir de um estímulo que é meramente sugerido implicitamente pelo ambiente. O conflito normalmente ocorre nas chamadas tarefas de interferência. Os efeitos de interferência mostram que o observador humano não pode estar totalmente protegido contra o processamento de informações irrelevantes. No entanto, a extensão em que a informação irrelevante é processada depende da utilidade experimentada dessa informação (Eigner, 2008). Falando mais especificamente, quando o conflito de respostas ocorre frequentemente numa experiência, os efeitos de interferência diminuem, sugerindo que o processamento de dados irrelevantes é reduzido. Por outra perspectiva, quando a informação irrelevante sugere mais frequentemente a resposta incorreta e não a resposta correta, então, os efeitos de interferência podem até se inverter respondendo mais rapidamente aos ensaios incongruentes em vez de congruentes. Os participantes parecem usar a informação irrelevante para preparar estrategicamente uma resposta que não é sugerida por informação irrelevante, mas que provavelmente será correta (Funes et al., 2010).

O importante a destacar é que essa adaptação estratégica à frequência dos conflitos ocorre apenas quando a informação irrelevante é percebida conscientemente. Merikle e Joordens (Merikle & Joordens, 1997), em uma versão de *Stroop task*, apresentaram estímulos *priming*[10] (Schacter et al., 2004) por um período mais longo ou mais curto, de modo que, os estímulos ou foram visíveis ou não visíveis. Por sua vez, os participantes parecem que se adaptaram à frequência dos conflitos e responderam mais rapidamente em ensaios incongruentes do que em ensaios congruentes. No entanto, isso ocorreu apenas quando os estímulos foram apresentados por um longo período e, portanto, eram visíveis. Quando os estímulos foram apresentados por um período mais curto e, portanto, invisíveis, o efeito *Stroop* regular foi observado com a resposta mais rápida em ensaios congruentes em vez de incongruentes (Merikle & Joordens, 1997)[11].

Outra linha de investigação (Jaśkowski et al., 2003) concluiu que os efeitos de *priming* mascarados diminuíram na condição dos testes congruentes, não como uma consequência direta da frequência dos conflitos, mas propõem que os efeitos do *priming* subliminar estão sob o controle dos participantes como uma função da frequência de erro observável, ou seja, se levou em conta que a adaptação à frequência de conflito (não-consciente) é mediada pela adaptação às taxas de erro (conscientes).

Outra instância de controle cognitivo refere às adaptações em relação às variações específicas do contexto da frequência dos conflitos. A observação crucial é que os efeitos de congruência diminuem em contextos perceptivos em que a interferência é alta (alta proporção de ensaios incongruentes) e aumentam em contextos em que a interferência é baixa (baixa proporção de ensaios incongruentes). O contexto é normalmente uma característica irrelevante para a tarefa, tal como o local de apresentação, que varia imprevisivelmente de teste para teste, e que é apresentado apenas brevemente antes ou simultaneamente com os estímulos (Corballis & Gratton, 2003). As adaptações à

[10] Este termo refere à especificidade, a associação e a reposta de um estímulo que corresponde ao efeito *priming*. A especificidade do estímulo está relacionada aos efeitos na preparação da mudança das características perceptivas dos estímulos. A especificidade associativa reflete os efeitos das mudanças nas associações entre pares de estímulos. A especificidade da resposta refere-se aos efeitos de uma mudança na resposta exigida à um estímulo entre a fase de estudo e o teste. Ver Schacter e colegas (Schacter et al., 2004).

[11] Claro que há ressalvas a fazer em relação as mudanças em *stimulus-onset asynchrony* (SOA) (Eimer & Schlaghecken, 1998) e que *priming* inválidos não-conscientemente preditivos também se revelaram ineficientes com parâmetros de temporização constantes (Ansorge et al., 2002). Além disso, as mudanças estratégicas de processamento de informações não ocorrem em adaptação às manipulações de frequência de conflitos se o formato do estímulo perceptual for alterado (Van den bussche et al., 2008).

frequência de conflitos específicas do contexto sugerem flexibilidade e velocidade muito elevadas das operações de controlo cognitivo para desencadear respostas e parece que a questão é saber se tais respostas de adaptação específicos do contexto ocorrem mesmo quando os conflitos de resposta são induzidos subliminarmente ou não (Vietze & Wendt, 2009). Um achado interessante (Crump et al., 2008) revelou que o conhecimento global (portanto, explícito) sobre a frequência de eventos congruentes e incongruentes em diferentes contextos, não é pré-requisito para efeitos de congruência de proporção específica do contexto (efeitos CSPC). Não obstante, os processos de aprendizagem que provocam efeitos CSPC requerem informações conscientes dos estímulos, do alvo e do contexto, mas não precisam terminar ou depender de conhecimento explícito de proporções de congruência específicas do contexto (Crump et al., 2008).

Por fim, outro caminho do controle cognitivo é a adaptação a conflitos de resposta recentemente experimentados. O Efeito Gratton é uma redução dos efeitos de congruência em tentativas que seguem diretamente uma tentativa incongruente (carregada de conflito) em tarefas de interferência e tem sido abordado (Egner & Hirsch, 2005; Egner, 2008) para averiguar se os mecanismos de controle podem ajudar a superar os conflitos posteriores por meio da amplificação do processamento de informações relevantes ou se atenuam o processamento de informações irrelevantes. Isso pode ajudar a responder à questão de saber se os efeitos de adaptação ao conflito ocorrem mesmo quando os participantes não estão conscientes de um conflito no ensaio anterior. Sendo assim, o paradigma de mascaramento de *priming* foi aplicado (Ansorge et al., 2011). Esses autores encontraram um efeito de adaptação ao conflito em condições com estímulos claramente visíveis, mas tal efeito não ocorreu com estímulos mascarados. Nessa pesquisa, os participantes foram questionados, após cada ensaio individual, se acreditavam que o ensaio anterior continha um estímulo incongruente ou não. A adaptação ao conflito ocorreu quando o início do julgamento anterior era claramente perceptível. Quando o estímulo no ensaio anterior não era perceptível, nenhuma adaptação ao conflito ocorreu, mesmo que os participantes acidentalmente julgassem corretamente a (in) congruência desse estímulo. Ao que parece, apenas a experiência anterior e não a conjectura de informações conflitantes estimula a adaptação ao conflito. Isso pode apontar para o papel de algum tipo de memória do julgamento anterior, sendo que, tais memórias são mais fracas com um estímulo mascarado em vez de não mascarado (Ansorge et al., 2011).

Portanto, se pode perguntar se ainda há algum processo não-consciente, como o *priming* subliminar, que não possa influenciar o controle cognitivo, por exemplo, como nas respostas inibitórias, ou dito inversamente, se existem processos subliminares que só podem operar em eventos dos quais os organismos estão conscientes? Responder à esta questão é importante, porque saber quais processos requerem consciência e quais não requerem pode esclarecer o papel funcional da consciência no processamento da informação humana no controle das ações (Reus et al., 2011).

Adicionalmente, é indispensável pontuar outro aspecto do controle consciente. Há alguns casos, também relevantes para a questão do controle consciente, que concernem às representações extrínsecas, vias das quais, a ação é controlada (Mandik, 2010). Previamente, se discutiu os estados de controle de natureza sensorial. Esse foi o caso do efeito *priming*, ou seja, aqueles casos que referem ao processamento sensorial que são as representações sensoriais desencadeadas endogenamente, cujo o desencadeamento exógeno está crucialmente envolvido na percepção sensorial (Slotnick et al., 2012). Contudo, há os processamentos cerebrais mais intimamente envolvidos com os sistemas de saída que incluem, por exemplo, a intenção de levantar a mão e os hipotéticos planos motores e comandos motores que são os antecedentes causais do levantamento da mão (Mandik, 2010).

Assim também é preciso salientar que, primeiro, os sistemas motores são organizados hierarquicamente da mesma maneira que os sistemas sensoriais, sendo que os níveis mais elevados são os mais remotos (em termos de conexões intervenientes) da periferia do sistema nervoso. Focando aqui apenas no córtex, o nível mais alto está no córtex pré-frontal, o nível mais baixo está no córtex motor primário e o nível intermediário está no córtex pré-motor. Além disso, existem as projeções para frente (*forward projections*) e as projeções para trás (*back projections*) entre os níveis sucessivos da hierarquia motora (Churchland, 2002). Além disso, o que é ainda mais interessante é a possibilidade de controle do processamento das informações mais básicas pelas funções cognitivas superiores, se certas condições poderiam ser satisfeitas, estarem direta e proporcionalmente correlacionadas com aumentos na ativação do PFC dorsolateral ($_{DL}$PFC) e do cingulado anterior (ACC), reforçando a ideia de que as áreas frontais estariam controlando o resultado comportamental final (Shackman et al., 2010). Em outras palavras, as entradas sensoriais são por si só insuficientes para distinguir entre os estados conscientes associados aos movimentos controlados e os estados conscientes

associados aos meros movimentos que não são o resultado de sinais de controle (Mandik, 2010). Todavia, os sinais de controle, como os comandos motores, também contribuem diretamente para os estados de consciência de controle (Mandik, 2010).

No geral, os estudos discutidos sugerem que, sob algumas condições específicas, a informação subliminar pode afetar de forma duradoura o comportamento e a atividade cerebral, às vezes até além de vários segundos (Soto et al.,2011). Desse modo, então se indaga se outros efeitos podem ser verdadeiramente mediados pela manutenção ativa da informação ao longo de vários segundos. Um deles poderia ser o estímulo consciente na integração através do tempo e do espaço. Isso pode ser decisivo para pensar a relação entre a tomada de decisão e a consciência.

A literatura examinada até agora mostra que as informações não-conscientes podem afetar processos de alto nível e podem até atuar em aspectos do controle cognitivo e da memória de trabalho. Essa questão do acúmulo e integração da informação subliminar é importante, pois possibilita entender a integração ativa da informação que é considerada uma das marcas registradas da consciência por muitos modelos contemporâneos de consciência (Tononi & Edelman, 1998; Crick & Koch, 2003; Baars et al., 2021; Seth & Bayne, 2020).

Um estudo de Van Opstal e colegas (Van opstal et al., 2011) indicou que a informação subliminar pode ser acumulada e integrada espacialmente através do campo visual. O que foi sugestivo é que a média dos números primos subliminares separados espacialmente afetou as taxas de resposta e a precisão das respostas alvo, sugerindo que os resultados estatísticos puderam ser extraídos não-conscientemente. Complementarmente, para Liad Mudrik e colegas (Mudrik et al., 2014) os múltiplos estímulos não-conscientes podem ser integrados no espaço, por exemplo, quando as cenas visuais são apresentadas na ausência de consciência, devido à supressão contínua de flash. Além disso, outros pesquisadores (Schwarzkopf & Rees, 2010) mostraram que a integração de características locais em formas globais requer consciência de estímulos, por exemplo, quando os estímulos ficam invisíveis devido a cintilação contra-fase de contraste do estímulo.

A informação não-consciente também parece ser integrada ou acumulada ao longo do tempo, pelo menos em algum grau. Alguns estudos mostraram que as informações subliminares podem ser acumuladas por centenas de milissegundos (Jaskowski et al.,

2003; Del Cul et al., 2007). Por exemplo, no primeiro estudo (Jaskowski et al., 2003) mostraram que se aumentar a quantidade de números primos apresentados antes de um alvo, isso aumenta o efeito de preparação comportamental. Especificamente, eles mostraram que cada um dos 4 números primos mostrados precedendo os alvos tiveram influência sobre a resposta ao alvo, e se isso for feito com o número crescente de primos, então o efeito de preparação será maior. Del Cul e colegas (Del Cul et al., 2007) utilizaram um paradigma de mascaramento reverso no qual a visibilidade de um estímulo apresentado brevemente (o alvo) é reduzida por um segundo estímulo (a máscara), apresentado logo após este primeiro estímulo (os participantes humanos relatam a visibilidade do alvo.) Quando o atraso entre os estímulos alvo e máscara excede um valor limite, o estímulo mascarado torna-se visível, no entanto, abaixo deste limite, permanece invisível. Durante a tarefa, os registros de atividade elétrica indicaram que a percepção consciente de estímulos mascarados correspondeu à atividade em uma rede fronto-parieto-temporal amplamente distribuída, ocorrendo cerca de 300 ms após a apresentação do estímulo. Para os autores este é um estágio tardio, que poderia ser separado dos eventos neurais anteriores associados ao processamento subliminar e às interações máscara-alvo, podendo ser considerado um marcador de consciência. Dessa forma, eles apresentaram resultados que separam os estágios distintos nas interações máscara-alvo, indicando que uma quantidade considerável de processamento subliminar pode ocorrer no início da via occipito-temporal (<250 ms) e apontando para um processo fronto-parieto tardio (>270 ms) e altamente distribuído, incluindo a ativação temporal como correlato da reportabilidade consciente. Tomados juntos, esses resultados sugerem que a informação subliminar pode ser acumulada em curtos períodos de tempo (<150 ms) e ser cada vez mais impactante no comportamento.

No entanto, embora a acumulação de informação possa ser possível independentemente do nível de consciência durante curtos períodos de tempo, outros estudos (De Lange et al., 2010; De Lange et al., 2011) demonstraram que a consciência pode desempenhar um papel importante quando aumenta o tempo durante o qual a informação tem de ser acumulada. Neste estudo (De Lange et al., 2011), os participantes foram obrigados a tomar decisões acumulando evidências sobre uma série de estímulos de seta apresentados visualmente, cuja visibilidade foi modulada pelo mascaramento. Os resultados comportamentais indicaram que os participantes conseguiram acumular evidências sob alta e baixa visibilidade. No entanto, uma modulação estratégica *top-down*

do fluxo de evidências recebidas só estava presente para estímulos com alta visibilidade, em outras palavras, uma vez que foram acumuladas evidências suficientes, os participantes reduziram estrategicamente o impacto dos novos estímulos recebidos. Além disso, a velocidade e a confiança na tomada de decisões foram fortemente moduladas pela força da evidência de alta visibilidade, mas não de baixa visibilidade, embora os efeitos de *priming* direto fossem idênticos para ambos os tipos de estímulos (De Lange et al., 2011).

Aditivamente, os dados neurais revelaram que, embora o processamento perceptivo inicial fosse independente da visibilidade, houve uma amplificação *top-down* mais forte para os estímulos com alta visibilidade do que aqueles com baixa visibilidade. Além disso, os marcadores neurais de acumulação de evidências sobre o córtex occipito-parietal mostraram um modo estratégico apenas para as informações sensoriais altamente visíveis, acelerando o processamento e reduzindo os cálculos neurais relacionados ao processo de decisão (De Lange et al., 2011).

Em geral, os resultados do estudo (De Lange et al., 2011) indicaram que o nível de consciência da informação altera a tomada de decisões. Claro que, embora a acumulação de evidências já esteja presente em condições de baixa visibilidade, a alta visibilidade permite que as evidências sejam acumuladas até um nível mais elevado, levando a importantes mudanças estratégicas *top-down* na tomada de decisões. Isso indica que a consciência pode exercer importante figura na implantação de estratégias flexíveis para influenciar a aquisição de informações de acordo com as expectativas e objetivos dos participantes (De Lange et al., 2011).

Por fim, em outro estudo (Sakur & Dehaene, 2009), os pesquisadores demonstraram uma diferença qualitativa de processamento em função da consciência do estímulo ao estudar as tarefas aritméticas sequenciais de duas etapas com dígitos mascarados e visíveis. Aos participantes foi exigido que somassem/subtraíssem de dois até um dígito e depois comparassem o resultado com cinco (se foi maior ou menor). Em quatro experimentos, com análise cronométrica, método *priming*, *cued-response method*, *subliminal forced-choice procedure*, foi aplicada a tarefa acima. Em geral, foram apontadas evidências de um processamento aproximadamente sequencial, mas a segunda operação parece começar antes da conclusão da primeira operação e ela toma como entrada o número do estímulo, em vez da saída da primeira operação. Logo, isso expôs

que as operações que deveriam ser processadas serialmente são executadas parcialmente em paralelo (Sakur & Dehaene, 2009).

O que é mais importante de notar é que, embora cada operação elementar possa ocorrer de forma subliminar, o seu encadeamento não ocorre na ausência de percepção consciente. Curiosamente, os sujeitos só conseguiram realizar uma "*chained task*" de adição seguida de comparação quando os dígitos-alvo foram representados conscientemente. Sendo assim, os resultados sugerem que o encadeamento é lento, trabalhoso, imperfeito (resultando parcialmente em execução paralela em vez de em série) e dependente de controle consciente (Sakur & Dehaene, 2009).

Embora a integração sequencial e espacial de múltiplos elementos foi apresentada considerada enquanto uma marca registrada do processamento subliminar (Ruch et al., 2016), há resultados que também apoiam a suposição e mostram que algumas partes deste processo de integração também podem operar conscientemente (Sakur & Dehaene, 2009). Isso quer dizer que, pelo menos sob algumas condições, a consciência é benéfica para permitir mudanças estratégicas tomando na decisão em vínculo ao controle cognitivo.

Para concluir é preciso salientar que, embora tal ligação entre o controle cognitivo e a consciência pareça persuasiva em alguns casos e, diferentemente, que os processos implícitos desempenham papel importante na performance de funções cognitivas, esta é uma questão de investigação empírica para determinar se é verdadeira. Ressalta-se que o objetivo aqui não era mostrar que todos os processos decisórios que o controle cognitivo está envolvido são conscientes, mas, ao contrário, demonstrar que, ao menos em algum grau, a consciência e a cognição participam de uma relação relevante para a sobrevivência do organismo, como nas tarefas que envolvem o controle das respostas, a superação das respostas habituais e assim por diante.

Seção 2

As Expressões Emocionais

As emoções são um tópico importante de elaboração da hipótese de trabalho. Como já enunciado na introdução, a proposta é definir a consciência como um mecanismo

comunicativo que traduz os estados internos de primeira-ordem (FOR), especificamente, as representações implícitas que podem ser representadas em alta-ordem (HOR), em representações explícitas de natureza simbólica. É importante notar aqui que a tradução não ocorre diretamente sobre as FORs, mas sobre as HORs. Falando mais detalhadamente, os estados internos são modificações do corpo, tendo como base os reguladores do corpo (*drivers*), o mecanismo de reforço e recompensa e as respostas emocionais, cuja origem, pode ser interna ou externa. Tais estados emocionais referem aos estados físicos internos e são modificados, de acordo com a conveniência interna do organismo, preparando o corpo para agir no ambiente externo através do comportamento, entendido como uma ação no ambiente externo, cuja finalidade, é o próprio benefício do organismo. As informações de tais estados internos são representadas de modo implícito, não-simbólico e distribuído no organismo.

Até neste nível, os estados emocionais são programados, isto é, não-conscientes e automáticos, pois são mantidos por estruturas subcorticais (isso não significa que não haja emoções corticalmente processadas, como é mostrado na seção seguinte). Eles podem ser exemplificados como quando um organismo arqueia o dorso, expõe os dentes, abaixa a cabeça, "dança" e assim por diante. Neste caso, arquear o dorso significa um comportamento definido como manifestação de agressividade afetiva, expor os dentes significa agressividade predatória, abaixar a cabeça pode implicar submissão hierárquica e "dançar" significa coordenação motora eficiente. Nesse estágio, tais comportamentos só trazem benefícios se inseridos numa população de organismos não precisando serem necessariamente co-específicos. Em outras palavras, os comportamentos, como aqueles listados acima, não trazem vantagens diretas por si só, ou seja, não tem consequências sem a presença de outros organismos, pois tais comportamentos têm a função de transmitir as informações implícitas e os estados do corpo representados intrinsicamente aos outros organismos por meio do comportamento. Desse modo, as expressões emocionais são abordadas para serem entendidas como um comportamento comunicativo, no qual, o organismo expressa as informações comportamentais implícitas e os estados corporais como um meio de transmitir as informações aos outros organismos no ambiente.

Em vista disso, a abordagem concernente às expressões emocionais é um tópico relevante para referir aos estados do corpo e ao comportamento. Uma premissa crucial da hipótese de trabalho diz que os organismos expressam as suas informações implícitas

acerca dos estados corporais, através do comportamento, como um meio de transmitir as suas informações internas aos outros organismos, por exemplo, como as expressões faciais de agressividade, danças de acasalamento e outras. Uma segunda premissa de base do argumento é que, neste estágio, a expressão comportamental está diretamente relacionada à informação que ela representa, por exemplo, os dentes expostos representam a agressividade, a postura rebaixada representa submissão, as danças de acasalamento representam a coordenação motora sem o intermédio de um sistema de recodificação como o linguístico.

Com base nessas duas premissas, infere-se que a expressão das emoções é um tipo tal de comportamento para fins comunicativos. Este argumento mostra-se coerente com a proposta de definição conceitual de consciência mencionada na introdução. Esse é um ponto nevrálgico da proposta desta pesquisa sobre a tese do mecanismo consciente como tradutor de estados internos em estados externos com função comunicativa, ou seja, coerente com a visão que a expressão de sinais/emoções permite a comunicação de informações simples, mas cruciais para a sobrevivência. Em estágios prévios da evolução, o mecanismo é relativamente simples, pois usa um repertório preexistente de comportamento. Desse modo, tal mecanismo pode ser definido como um comportamento com finalidade apenas comunicativa, pois por si só, sem a presença de outros organismos com um código de comunicação semelhante, não agrega para a sobrevivência. Em síntese, são estes dois pontos que são discutidos aqui, a saber, que o comportamento não-verbal é o meio, pelo qual, as informações sobre os estados do corpo são transmitidas para outros organismos e que o comportamento se relaciona, diretamente, com estas representações implícitas que podem ser transmitidas através de comportamento não-verbal.

2.1. Teorias das Expressões Emocionais: um breve panorama

Ora, definir as expressões emocionais não é uma tarefa fácil. Há muitas teorias das emoções para explicar o que elas são e como elas operam. Logo, se objetiva considerar as emoções analisadas a partir de muitas perspectivas diferentes. Em um determinado sentido, as emoções são mais sofisticadas e sutis que muitos consideram e são um produto tardio da evolução (Ledoux, 1991). As expressões emocionais são

também uma característica compartilhada entre as espécies, ou seja, as emoções em animais humanos parecem ser muito semelhantes (se não iguais) às respostas emocionais que outros animais não-humanos exibem (Darwin, 1872). Além disso, é imperativo dizer que as emoções são expressões que refletem o ambiente social em que o organismo está inserido (Damasio, 1994; Panksepp et al., 2011) e também parece provável que as emoções tenham sido moldadas pela seleção natural ao longo do tempo (Darwin, 1872; Adolphs, 2013). Tais características das emoções, por vezes conflitantes, dificultam uma perspectiva unificadora em um modelo teórico e conduziram à miríade de distintas teorias.

É difícil categorizar as teorias das emoções, pois elas poderiam ser categorizadas e adquirirem sentido sob os diferentes critérios em termos do contexto no qual a explicação é desenvolvida (Sellers, 1997). Os contextos podem ser evolucionários, internos ou sociais. Nesta seção, o foco principal são as teorias evolutivas que tentam fornecer uma análise da história evolutiva das emoções, coeso com os objetivos do trabalho, com um interesse em explicar por que os humanos possuem expressões emocionais. Adicionalmente, a abordagem internalista é considerada quando se alude às descrições do processo emocional em conformidade aos requisitos neuronais. No entanto, no capítulo 2, principalmente quando se fala sobre a comunicação em animais não-humanos e a linguagem em animais humanos, as teorias sociais das emoções que descrevem as expressões emocionais como produtos das culturas e da vida social são oportunas para ter em conta.

As expressões emocionais se distinguem das experiências emocionais e incluem as representações de estados de percepções externa (por exemplo, visual) e interna (por exemplo, visceral, somática, endócrina) que geram respostas inatas e adquiridas (Damasio, 1994). As emoções são consideradas como sistemas desencadeadores de respostas, que se desdobram em um período relativamente curto de tempo (Adolphs, 2013), com as quais um organismo determina a significância de um estímulo ou evento se vantajoso (benéfico) ou desvantajoso (prejudicial), a partir de sua valência e magnitude. Sabe-se que a amígdala faz parte do circuito que coordena as respostas comportamentais e fisiológicas após a detecção de uma ameaça (Vuilleumier & Pourtois, 2007).

Quando Charles Darwin publicou seu livro "A Expressão das Emoções nos Homens e nos Animais", em 1872, já havia um grande interesse pela origem e evolução da linguagem. O chamado "Problema de Darwin" para o tema da evolução da comunicação e da linguagem refere às semelhanças e as diferenças entre a aquisição da vocalização e da fala em diversas espécies: Darwin (Darwin, 1872) teria observado os paralelos entre o aprendizado do canto dos pássaros e a aquisição da fala em bebês humanos que parecem estar ausentes em primatas (Darwin, 1872). Entretanto, como os animais não podem relatar os seus estados internos, o que Darwin (Darwin, 1872) observou são as manifestações comportamentais (posturais, gestuais, faciais) e a emissão de sinais (vocalizações, cantos e grunhidos) das emoções.

Um segundo momento importante do debate acerca da função da emoção foi marcado pelas teorias de James e Lange (JLT), de um lado, e de Cannon-Bard (CBT), de outro lado (Kandel et al., 2013). A JLT propôs que os animais humanos experienciam as emoções em resposta às alterações fisiológicas no organismo[12]. Com base neste cenário, o organismo poderia ter uma resposta emocional que surge como um estado do corpo e um programa de ação, enquanto respostas comportamental e neurovegetativa. Contrariamente, a CBT propõe que a experiência emocional pode ocorrer independentemente da expressão emocional. A CBT menciona certos experimentos envolvendo pacientes com lesões, cuja transecção de medula, não eliminava as experiências emocionais, mas implicava a eliminação de resposta fisiológica das

[12] Se um dado um estímulo visual X (uma ameaça) é detectada, uma resposta conjunta é elicitada. A resposta é iniciada na amígdala e envia projeções para o hipotálamo e para o tronco cerebral. Este sistema corresponde ao sistema vegetativo e pode ser subdividido em simpático, parassimpático e entérico. Tais divisões acarretam distintas respostas: o sistema simpático permite uma resposta comportamental agressiva (se a resposta agressiva for predatória ou se afetiva, áreas encefálicas e fibras distintas são envolvidas) do tipo *fight/flight/freeze*, que tem como substrato as projeções da amígdala (núcleos basolateral e central) para o hipotálamo (há muitos núcleos importantes no hipotálamo envolvidos que têm participação específica para os tipos de hormônios e de neurotransmissores que possuem receptores na Hipófase que não foram mencionados) e destes dois para a Substância Cinzenta Periaquedutal (PGM) do Tronco Cerebral e para a Área Tegmentar Ventral (VTA) permitindo uma reação imediata diante no contexto de risco e de defesa. No entanto, é constantemente ativo em um nível básico para manter a homeostase. A divisão simpática é descrita como antagônica à divisão parassimpática que estimula o corpo a buscar por alimento e por reprodução. A divisão parassimpática coordena a resposta hormonal-visceral envolvendo a síntese e a liberação de hormônios e de neurotransmissores, pelo Hipotálamo posterior e anterior que controla a pituitária que governa várias glândulas no corpo (H_{AP}-P-Adrenal/Gônodas/Vago/Tireóide), e envolve o controle dos órgãos (exceto o gástrico-intestinal) e são controlados pelo troco cerebral. Há ainda a divisão entérica que controla o trato intestinal de modo independente aos outros dois (Brodal, 2004). Assim, o sistema nervoso autônomo é responsável por regular as ações não-conscientes do corpo. A Teoria do James-Lange não seria incompatível com as descobertas mais recentes sobre os substratos neurais das emoções não-conscientes, por isso, as conexões acima foram incluídas para detalhar o que seria um modelo explicativo mais preciso (Brodal, 2004).

experiências. Logo, não haveria correlação confiável entre uma experiência emocional específica e o estado fisiológico correlato, pois, as mesmas mudanças fisiológicas acompanhariam outros tipos de estados emocionais, além do medo (Bard, 1934).

Um experimento conduzido por Ralph Adolphs, Antonio Damasio e colegas (Adolphs et al., 1994), que estudaram o caso de uma paciente "S.M." que apresentava destruição bilateral da amígdala resultante da doença de Urbach-Wiethe, pode ser elucidativo para esta questão prévia acerca da origem das expressões emocionais enquanto "estados de registro do corpo". Com o avanço da doença e a progressão da lesão na amígdala, a paciente reduziu de modo seletivo a sua capacidade de reconhecimento visual do medo em faces. O resultado desse estudo foi que, a incapacidade de detectar medo e algumas faces estava correlacionada ao dado comportamental observado, que a paciente não olhava para os olhos das pessoas nas fotografias usadas nos testes, contrariamente, a paciente olhava constantemente para as bocas das pessoas. Em comparação, participantes do grupo-controle, que passam uma alta porcentagem do tempo olhando para os olhos à medida que exploram as faces, a performance da paciente era muito baixa. Quando a paciente era especificamente orientada a olhar os olhos de uma pessoa e o fazia e, então, era capaz de reconhecer corretamente a expressão emocional de medo. Mas logo em seguida, a paciente retornou aos movimentos oculares atípicos e o prejuízo no reconhecimento da expressão de medo correlacionada (Adolphs et al., 1994).

A interpretação dos pesquisadores era que o reconhecimento da expressão de medo dependeria da interação de duas vias entre a amígdala e o córtex visual. Por um lado, a informação visual é levada para a amígdala, que então, por outro lado, informa o sistema visual para mover os olhos e examinar os sinais de entrada visuais para determinar a expressão emocional em uma face. Contudo, com dano à amígdala, essa interação não ocorre, e os movimentos oculares atípicos de "S.M." não lhe permitiam reconhecer a expressão emocional de medo (Adolphs et al., 1994).

Outro experimento reconhecido de mascaramento de faces (*Backward Masked Task*-BMT), cujos resultados das imagens cerebrais por fMRI mostrou que os estímulos faciais mascarados ativaram a amígdala, pode ser também atraente para os propósitos deste trabalho quanto à definição conceitual de expressões emocionais. Dito de outro modo, a interpretação que considera as emoções como "esquemas de ação/respostas", que levam em conta o comportamento para a sobrevivência, é de incisivo interesse. A partir

do conceito de emoções não-conscientes, faz-se necessário distinguir os aspectos conscientes da emoção, como os sentimentos subjetivos (muitas vezes corporais) (Damasio, 1994), dos aspectos não-conscientes, como a detecção de uma ameaça (Morris et al, 1998). O tópico das emoções não-conscientes é fundamental para entender o nível elementar das expressões emocionais.

Apesar de parecerem ser contra intuitivos, alguns estudos, que evolvem as tarefas de detecção de estímulo visual aversivo mascarado, sugerem que as aferências sensoriais podem ter efeitos emocionais sobre o encéfalo e causam respostas sem que se perceba conscientemente: neste experimento (Morris et al, 1998), na fase de treino, algumas imagens foram mostradas aos participantes contendo várias faces, sem estímulos que efetuassem o mascaramento, e cada vez que uma face zangada era mostrada, os participantes recebiam um leve choque elétrico em um dedo. Após este condicionamento aversivo, os participantes demonstravam atividade neurovegetativa alterada, como aumento na condutância da pele (palmas suadas), quando faces zangadas eram mostradas novamente. Na fase 2, os pesquisadores estavam interessados no que ocorreria quando as faces zangadas fossem ocasionalmente mostradas após o condicionamento, mas mascaradas, isto é, com a reintrodução do estímulo que efetua o mascaramento. Com efeito, quando as faces zangadas eram mostradas, os participantes apresentavam uma resposta neurovegetativa (aumento da condutância da pele), mesmo que não estivessem conscientes da face zangada.

Esses resultados apontam que os participantes respondiam às expressões de raiva da face que representava o estímulo aversivo, mesmo que não estivessem conscientes de terem percebido o estímulo. Em neurociência comportamental, estudos como este, sugeriram o conceito de emoção não-consciente como endossou o estudo paradigmático de Morris, Öhman e Dolan (Morris et al., 1998).

Seguindo essa linha de pesquisa de Morris e colegas (Morris et al., 1998), que desenvolveram um experimento envolvendo o mascaramento de faces com expressões agressivas, um experimento posterior (Öhman et al., 2001) do tipo *Visual Search Paradigm* (VSP) de imagens mascaradas de organismos ameaçadores por objetos neutros randomizados em um quadro procurou sustentar os mesmos resultados. Arne Öhman, (Öhman, 2005) sugere que os dados comportamentais extraídos em condições de estímulos aversivos, que ativam automaticamente o estado de medo, podem capturar a

atenção *botton-up*. Independente do objetivo dos experimentos (Öhman et al., 2001; Öhman, 2005) ser demonstrar que o engajamento da atenção *botton-up*, mediante a ativação da ínsula anterior (AI) e do cingulado anterior (ACC), moldar o processamento posterior dos estímulos, dos quais fazem parte, até uma eventual percepção consciente da ameaça, é relevante observar que os dados sugerem que a ativação da amígdala é mediada por uma via subcortical, que passa pelo colículo superior e pelo núcleo pulvinar do tálamo antes de acessar a amígdala e que opera em informações de baixa frequência espacial (Öhman et al., 2001). De acordo com este modelo, existe um sistema que avalia automaticamente a significância de *output* originada no sistema perceptivo de detecção de características para um sistema de excitação emocional e, num segundo momento, há a ativação dos córtices dorsolateral ($_{DL}$PFC) e orbitofrontal ($_{O}$PFC) que inibem a resposta da amígdala.

O ponto ressaltado aqui é considerar que o medo é um estado emocional aversivo ativado, como um programa de ação, que serve para motivar o organismo a lidar com os eventos ameaçadores (Ledoux, 2000) através de enfrentamentos que são mais ou menos claramente focados em respostas comportamentais e metabólicas defensivas como a imobilidade (congelamento), a fuga ou o ataque. Além disso, o modelo de Öhman e colegas (Öhman et al., 2001) é bem próximo ao modelo de Joseph Ledoux (Ledoux, 1991), pois sugere que o mecanismo de detecção dos estímulos emocionais é suportado por duas rotas, uma rota superior e lenta constituída pelo ACC, a AI, $_{O}$PFC e $_{DL}$PFC para aumentar a resposta da amígdala, e uma rota baixa e rápida com projeções diretamente do tálamo para a amígdala para um ato automático e instantâneo (Ledoux, 1991) que explicam a especificação das respostas para estímulo aversivos, por exemplo, para cobras e aranhas e as diferenças em taxas de resposta para cada caso (Öhman et al., 2001; Öhman, 2005).

Por conseguinte, no primeiro momento, o estado emocional, controlado por sistemas evolutivamente mais antigos no cérebro, que não requerem o reconhecimento consciente promovido por redes da cognição de alta-ordem, atuam como um tipo de programa de ação de respostas humoral, visceral e motora (Ledoux, 2000) e, ao estender o tempo de ativação dos mecanismos subjacentes à resposta, então a amígdala responde fortemente e bilateralmente ao estímulo aversivo (Morris et al. 1998) engajando a instância atencional *botton-up* (Öhman et al, 2001; Öhman, 2005). Esta instância, por sua vez, direciona o processo subsequente pós-atencional (atenção *botton-up*) mantido por

áreas pré-frontais associadas às funções executivas como a atenção *top-down*, o raciocínio indutivo, o planejamento, a coordenação de tarefas e as demais funções envolvidas na tomada de decisão (Persaud et al., 2007).

Supletivamente aos conceitos de excitação, os conceitos de valência e magnitude são centrais no entendimento do papel das emoções e da motivação para o organismo (Engelmann et al., 2007; Panksepp, 2010; Carruters, 2018; Carvalho & Damasio, 2021). Para alguns, a valência mais parece uma representação não-conceitual de valor para o organismo que tem papel motivacional (Carruters, 2018). O papel funcional do mecanismo de valência é informar ao organismo o valor do atual estado do corpo como bom ou ruim para ele. Neste caso, a valência positiva motiva o organismo a perseguir o objeto ou evento valenciado como "bom", porém, a valência negativa motiva o organismo a rejeitá-la e a evita-la (Carruters, 2018). Além disso, o mecanismo de valência representa um valor preciso (aqui, não é discutido se ela pode representar um conteúdo incorretamente), apenas no caso de refletir as propriedades disposicionais subjacentes dos mecanismos avaliativos geradores de afetos (Carruters, 2018).

Desse modo, para aqueles que reconhecem o papel da valência nas escolhas, o mecanismo de valência, produzida por muitas propriedades diferentes de uma coisa ou evento, pode ser somado e subtraído para produzir uma resposta avaliativa global, e tais respostas podem ser comparadas para permitir ao organismo escolher entre as opções que de outra forma pareceriam incomensuráveis (Carruters, 2018). Em outras palavras, isso quer dizer que a valência é intrinsecamente motivadora e desempenha um papel fundamental na tomada de decisões com base afetiva (Levy & Glimcher, 2012)[13].

Além da sua função nas decisões, o mecanismo de valência é indissociável das emoções e dos sentimentos (Carruters, 2018). Contudo, é preciso salientar que ele opera dentro de dimensões de gradientes e que não operaria sozinho, no sentido que o organismo estaria sob a influência de um só valor (Pankseep, 2010). Um sinal positivo ou negativo manifesto, respectivamente, por prazer ou desconforto que, simultaneamente, informa o sucesso ou fracasso das buscas homeostáticas dentro do corpo do organismo e recebe um incentivo para agir de acordo ou não, dependendo da magnitude do incentivo, e como foi

[13] O processamento de valência parece ser sustentado por uma rede neurobiológica multicomponente, envolvendo não apenas as regiões de avaliação subcorticais nos gânglios da base, mas também a ínsula anterior e o cingulado anterior, juntamente e especialmente, com o córtex pré-frontal orbitofrontal e ventromedial (Plassmann et al., 2010).

dito acima, não é um tipo singular de “bom” e “ruim” (Panksepp, 2010). Em outras palavras, a probabilidade de que existam apenas tipos singulares de sentimentos “bons” e “ruins” (valência positiva e negativa) entre as redes afetivas subcorticais é improvável, mas antes que uma dimensão primordial não singular de processos emocionais-afetivos deve pressupor distintos tipos e dimensões de valência processados nas redes subcorticais (Pankseep et al., 2011).

Com base nisso, as emoções básicas têm uma qualidade definida, um espaço valência como um valor em algum lugar numa escala dimensional entre o prazer e a dor (Carvalho & Damasio, 2021). Essa é uma característica primitiva por trás de todos os sentimentos de emoção e, portanto, é a base de todos os sentimentos causados por interações entre os objetos e os organismos (Panksepp et al, 2011). Desse modo, todos os estados afetivos têm um contínuo de valências positiva ou negativa (por exemplo, positiva para a sacarose, negativa para o medo) e todos podem ser colocados também ao longo de um continuo de excitação corporal, por exemplo, a frequência cardíaca alta ou baixa, a velocidade da respiração, a tensão dos músculos e assim por diante (Pankseep, 2010; Carruthers, 2018).

Assim também, a motivação pode ser pensada como a força que compele o comportamento a ocorrer, buscando satisfazer alguma necessidade (Berridge, 2004). Dentro deste contexto, se alguém está com frio, desidratado e sem energia, e as respostas humoral, visceromotora e somatomotora são apropriadas, sendo disparadas automaticamente para gerar o comportamento motivacional de procurar uma fonte de calor e beber água (Berridge, 2004). Sem adentrar nos detalhes ao falar em conceitos do cérebro envolvidos, se pode ao menos dizer de modo geral, que os três sistemas são controlados por neurônios hipotalâmicos quanto à liberação de hormônios no sangue e envolvidos no controle dos sistemas parassimpático e simpático para estimular uma resposta (Berridge, 2004).

Por seu turno, um dos conceitos de motivação de incentivo importantes é o de magnitude (Engelmann et al., 2007), na qual, se o seu valor é manipulado, o incentivo motivacional também alterará o comportamento (Engelmann et al., 2007). Logo, o mecanismo de magnitude é uma propriedade crucial do comportamento, pois a maneira que a motivação molda o comportamento está intimamente ligada à recompensa e à punição (Engelmann et al., 2007; Engelmann & Pessoa, 2009). Todavia, há uma distinção

entre motivação e valência, que para outros (Berridge & Kringelbach, 2008) é sumamente importante. Segundo esta abordagem (Berridge & Robinson, 1998), os conceitos de incentivo de motivação (*wanting*) e os seus conceitos cerebrais são distintos de valência, sendo aqui, a valência considerada como tendo um valor hedônico (*liking*)[14].

Em síntese, acerca dos conceitos de motivação e valência, as tendências de ação, as expressões faciais e as posturas corporais, que são características de muitas emoções e humores, parecem ser causadas diretamente por sistemas de avaliação subcorticais, independentemente da tomada de decisão baseada na valência, conforme, sugeriu a distinção traçada na literatura empírica entre o gostar e o querer (Berridge & Robinson, 1998; Berridge & Kringelbach, 2008). Não obstante, se pensar que essa é, na verdade, uma diferença entre o "prazer" na ideia de "fazer algo", que pode levar a uma decisão de fazê-lo (gostar), e a abordagem de causa primitiva ou comportamento consumatório (querer), isso ainda deixa em aberto a possibilidade de que todas as ações causadas por processos de tomada de decisão sejam influenciadas pelo mecanismo comum da valência, como um único tipo natural-psicológico (Carruters, 2018).

Para os propósitos explicativos da hipótese de trabalho, o conceito de valência é muito importante para entender as expressões emocionais e deve ser associado às explicações ecológicas (Epstein, 1979) e representacionistas (Carruters, 2018; Damasio, 2018; Ledoux, 2019). No primeiro caso, alguém poderia dizer, por exemplo, que a valência negativa representa a propriedade de ser não-adaptativo (se o corpo do organismo informar um desequilíbrio homeostático), enquanto a valência positiva (sobre aproximar-se de um alimento rico em calorias) representa a propriedade de ser adaptativo, desde que os mecanismos de avaliação de alguém estejam desempenhando as suas

[14] Os experimentos de kent Berridge (Berridge & Robinson, 1998) foram voltados para investigar a hipótese da saliência do incentivo. Anteriormente, acreditava-se que as projeções dopaminérgicas da Área Tegmental Ventral (VTA) para o Prosencéfalo basal (o que inclui áreas como o nucleus accumbens) eram relacionadas ao impacto hedônico no comportamento motivacional. Todavia, as lesões em seções de axônios do hipotálamo lateral não reduziram as respostas hedônicas ao alimento, embora, o hábito de alimentar é reduzido. Neste caso, o comportamento hedônico foi identificado pelo contato intenso da língua com os lábios quando o alimento foi consumido (é preciso destacar que as reações positivas ao doce foram observadas em 3 espécies distintas incluindo roedores, primatas e humanos). A principal conclusão do trabalho é sustentar uma distinção quanto as categorias de incentivo motivacional acerca de gostar (*liking*) e querer (*wanting*). Dito de outro modo, o comportamento foi descrito como "gostar, mas, não querer", pois o indivíduo não procura ou forrageia pelo alimento no ambiente. Complementarmente, em uma inversão do experimento, os axônios dopaminérgicos do hipotálamo lateral são estimulados e o indivíduo se comporta compulsivamente pela busca do alimento, mas não demostra o comportamento de sensação prazerosa, evocado pelo alimento. Assim, o "querer" corresponde ao valor motivacional do incentivo sem o valor do prazer que, por sua vez, é associado ao padrão modulatório serotoninérgico (5-HT) e aos Núcleos da Raphe (Berridge & Robinson, 1998).

funções adequadas (Epstein, 1979). No entanto, a explicação provavelmente também precisaria ser relativizada ao ambiente de adaptação evolutiva-ecológica, para explicar o conteúdo representado pela valência positiva no sabor de alimentos doces, gordurosos e salgados, pois as avaliações fortemente positivas destas propriedades foram adaptativas para os antepassados caçadores-coletores, mas já não o são para o *sapiens* atual que teve que adaptar a sua dieta às mudanças contextuais (Andrews & Johnson, 2019).

No segundo caso, ao passo que os mecanismos motivacional e de valência são fundamentais para a geração de estados afetivos, complementarmente, uma explicação representacional também é necessária para demonstrar como os valores em excitação emocional (Damasio, 2018), valência (Pankseep, 2011; Carruters, 2018) e motivação (Engelmann & Pessoa, 2009) são engajados nas decisões do organismo. Nesta perspectiva, as representações de alta-ordem e as funções cognitivas poderiam ajudar a entender como um organismo poderia sacrificar um benefício imediato com alto valor hedônico, por algo futuro que ele valoriza para a sua sobrevivência e bem-estar (Ledoux, 2019). Além disso, isso explicaria como os organismos dirigem os conteúdos internos para o mundo, por exemplo, incluindo os casos das expressões emocionais que são passíveis de comunicação (Damasio, 2018), cujo tópico que é de interesse essencial no capítulo 3.

Além disso, também é importante especificar a diferença e a relação entre o estado de humor (transtorno de ansiedade) e a expressão emocional (estado de medo). Um humor refere à situação em que uma emoção ocorre com frequência ou continuamente, contudo, apesar das diferenças, os sentimentos emocionais (afetos) são valores intrínsecos que informam aos animais não-humanos como eles estão se saindo na busca pela sobrevivência (Morris et AL, 1998; Öhman et al., 2001). Se os animais humanos estão se saindo mal, então, os afetos negativos refletiriam o que é chamado de "Zonas de Desconforto", que indicariam que os organismos estão em situações que podem ameaçar a sua sobrevivência. Isso quer dizer que estes processos primários do cérebro podem dar suporte evolutivo aos processos secundários, que envolvem a aquisição de hábitos, e os processos terciários, que referem à cognição e ao pensamento, ou seja, aos mecanismos de alta-ordem (Panksepp, 2010). Logo, para entender os estados mais complexos, como a depressão, a compreensão da infraestrutura afetiva do cérebro de mamíferos e da natureza dos processos primários (afetos emocionais) devem ser pressupostos (Panksepp, 2010).

Para o tópico das expressões emocionais, Paul Ekman (Ekman, 2003) contribuiu significativamente. Ekman (Ekman, 2003), no campo de pesquisa sobre as emoções, nomeadamente designado como "Teorias das Emoções", fez avanços ao investigar a possibilidade de considerar haverem expressões emocionais universais, cujos trabalhos de pesquisa poderiam levar à categorização conceitual das emoções. Isso é sugestivo para a hipótese de trabalho, pois centra-se sobre as expressões emocionais faciais, tanto quanto, as abordagens de Morris e colegas (Morris et al, 1998). Desse modo, a questão da "categorização das emoções" refere-se à possibilidade de distinguir entre as emoções. Neste caso, se inquire se há emoções básicas e se há as secundárias, se possuem uma sugestão para a categorização ou se são várias, se algumas emoções, como a felicidade ou a raiva, são mais básicas que outros tipos, como ciúme ou amor, e se as emoções dependem da cultura e/ou da linguagem ou se independem destas (Ekman, 2003). Assim, também se inquire o modo como os animais humanos exprimem os estados emocionais através das expressões faciais e sobre como é feita a leitura dessas expressões (Ekman, 2003). Segundo Ekman (Ekman, 2003), as expressões emocionais são um mecanismo para uma avaliação automática influenciada pela evolução e o desenvolvimento pessoal, na qual, têm a função de possibilitar aos organismos perceberem que algo relevante para a sua sobrevivência e o seu bem-estar está ocorrendo causando um conjunto de mudanças psicológicas e comportamentais que expressam os estados internos emocionais para começar a lidar com uma situação (Ekman, 2003).

Portanto, com base no que foi dito acima, considerando que os estados emocionais preparam os organismos para lidar com eventos importantes, de modo automático e involuntário (Morris et al, 1998; Öhman et al., 2001), enquanto uma resposta emocional espontânea (Ekman, 2003), poderiam haver características únicas de sinalização como tempo de resposta, linha do tempo e propriedades fisiológicas comuns? O estudo etnográfico de Ekman e seus colegas (Ekman et al., 1980) se baseou na comparação de expressões de emoções faciais em diferentes culturas e concluiu que existem sete tipos básicos de emoções expressas que independem as diferenças linguísticas, regionais, culturais e étnicas: tristeza, felicidade, nojo, surpresa, raiva e medo, (Ekman et al., 1980) e desprezo (Ekman, 2003). Desse modo, percebe-se a influência darwinista nesta abordagem (Ekman et al., 1980), de modo que, ela é significativamente relevante para estudos das expressões emocionais faciais, como uma expressão comportamental diretamente ligada ao estado corporal que ela está correlacionada e para os mecanismos

de detecção das expressões emocionais faciais, enquanto representações visuais de ações faciais para estudar as emoções (Ekman, 2003).

2.2. As expressões emocionais como estados de registro e resposta do organismo

Seguindo na esteira das perspectivas evolucionárias das emoções, fica saliente que as emoções, os estados emocionais, enquanto um estado interno da situação do organismo e uma resposta emocional apropriada (Damasio, 1994; Prinz, 2004), são vistos como um traço que evoluiu para promover aqueles comportamentos necessários para a sobrevivência e o bem-estar do organismo (Tooby & Cosmides, 2008). No final do parágrafo acima, viu-se que a resposta emocional inclui também o processamento cognitivo, cujo mecanismo opera através da ativação da AI (Craig, 2009, p. 59)[15] e outras áreas corticais pré-frontais ($_{O}$PFC e $_{DL}$PFC) (Ledoux, 1991) como também o córtex ventromedial ($_{VM}$PFC) (Goltzbach et al., 2011), e a experiência emocional subjetiva, isto é, a sua fenomenologia, que emerge do funcionamento destes sistemas em redes, como as redes de modo padrão (DMN) (Molnar-Szakacs et. l., 2013; Dixon etal., 2017). Desse modo, o controle emocional é a capacidade de exercer influência sobre a emoção e modulá-la por meio do uso de estratégias cognitivas ou comportamentais (Smith & Lazarus, 1990; Ledoux, 1991).

Outras duas abordagens evolucionárias importantes que contribuíram acerca das noções de expressões emocionais, como marcadores/registros e respostas, foram feitas por Antonio Damasio (Damasio et al., 2000; Damasio, 2012) e Jesse Prinz (PRINZ, 2004). As emoções não-conscientes possuem dois aspectos: num primeiro momento, elas são como imagens[16] dos estados do corpo e, num segundo momento, elas são programas

[15] Segundo o autor (Craig, 2009, p.59- 60), o córtex insular anterior (AI) integra uma extensa rede neural, que envolve o córtex cingulado anterior (ACC), como base tanto para a consciência emocional das funções cognitivas quanto para a influência da emoção na cognição. Para além disso, é digno de nota que o autor considerou que a conectividade funcional do estado de repouso se correlacionou com duas redes: uma rede de 'controle executivo' que incluía o córtex pré-frontal dorsolateral ($_{DL}$PFC) e as áreas parietais, e uma rede de 'saliência' emocional que incluía o AI bilateral, o ACC, a amígdala e o hipotálamo. Complementarmente, pequenas regiões no AI esquerdo e no córtex pré-frontal medial ($_{M}$PFC) perto do ACC foram incluídas.

[16] O termo "imagem" é usado para descrever um importante conceito da abordagem do Marcador Somático e não necessariamente é assumido como sendo um conceito fundamental para a exposição explicativa da

de ações que desencadeiam respostas automáticas necessárias à sobrevivência dos organismos. A homeostase refere ao registro e ao controle das vísceras, da divisão músculo-esquelética e das glândulas endócrinas. Isso confere um valor biológico acerca da manutenção da vida e da garantia de integridade do corpo-cérebro-mente (Damasio, 2010).

Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 1996) postula a Hipótese do Marcador Somático (SMH) que, além dos registros do corpo, inclui os *drivers* e as motivações (os mecanismos de recompensa e de punição). As emoções são de dois tipos: as básicas que são o monitoramento de estados do corpo, inato e automatizado; e as secundárias, que são uma avaliação cognitiva de imagens mentais sobre um evento que gerou as mudanças corporais que se tornam as representações dispositivas, os hábitos oriundos de experiências vivenciadas (automáticas), que são dirigidas ao corpo e ao cérebro, podendo resultar em alterações (Damasio, 1994). Desse modo, as expressões emocionais não abrangem só as respostas automáticas, mas compreendem um "programa cognitivo" complementar que inclui as experiências adquiridas no desenvolvimento e os recursos cognitivos de alto-nível necessários para a tomada de decisão, a correção ou a manutenção de processos automáticos, planejamento, estratégias e ação (Bechara et al., 2012). As expressões emocionais parecem ser, então, o "alicerce" dos sentimentos que são a percepção daquilo que ocorre no corpo e na mente no curso de uma emoção vívida (Damasio et al., 2010).

Jesse Prinz (2004) nomeia o seu modelo de "Teoria de Avaliação Incorporada da Emoção" (ou seja, '*An Embodied Appraisal Theory of Emotion*'-EATE). Para ele, as emoções são representações mentais daquilo que ocorre no corpo, especificamente, elas são representações das relações organismo-ambiente com relação ao bem-estar do organismo (PRINZ, 2004). A EATE afirma que essas representações podem estar intimamente ligadas aos estados que estão envolvidos na detecção de mudanças corporais. Desse modo, a emoção é o estado mental causado pelo *feedback* do corpo. No entanto, Prinz (PRINZ, 2004) faz uma distinção entre o que esse estado mental registra e o que ele representa. Esse é um ponto interessante que a separa da SMH de Damasio (DAMASIO,

hipótese de trabalho. Neste caso, ele poderia ser substituído por informação que refere aos estados do corpo que são registrados e marcados como uma referência da situação do organismo e da relação dele com o ambiente ecológico. Isso não implica que todas as representações acerca dos estados do corpo são imagens, mas tão somente que são informações implícitas representadas e acessadas pelo organismo automaticamente.

1994), pois, de acordo com a EATE, uma emoção registra a resposta corporal, mas representa as informações sobre o que é cada emoção, isto é, tomando como exemplo a expressão emocional de medo, que representa um contexto de perigo (PRINZ, 2004)[17].

Ao que parece, Prinz (Prinz, 2004) compartilha de muitas definições conceituais de Damasio (Damasio, 1996; Damasio, 2010), mas amplia ao agregar outros contextos através de uma abordagem relacional. As expressões emocionais são efeitos de mudanças no corpo, como um registro que informa às estruturas cerebrais sobre o que está acontecendo no corpo e, por serem um registro (monitoramento) das mudanças corporais, dada a detecção de um estímulo que concerne à situação de ameaça, as emoções são também "reações viscerais" (*gut reactions*) sobre como o corpo do organismo interage com o mundo (Prinz, 2004). Em vista disso, os estados emocionais são também considerados como "programas-de-ação" que desencadeiam as repostas (as inatas e as adquiridas) automáticas e voluntárias (que possuem características representacionais) (Prinz, 2004). Adicionalmente, as expressões emocionais são encaradas de modo relacional (elas possuiriam uma propriedade relacional), pois compreendem o organismo em interação com o ambiente (Prinz, 2004).

Com base em um exemplo (Prinz, 2004) que serve de ilustração ao argumento, a EATE sugere que a resposta corporal é antes o resultado de um processo não-cognitivo, pois não há avaliação mental (*appraisal*), por exemplo, que a cobra é perigosa, mas a só a percepção da cobra que desencadeia as mudanças corporais. Nesse caso, Prinz (Prinz, 2004) diz que as mudanças corporais que ocorrem em resposta à percepção de uma cobra podem ser explicadas como uma adaptação. Os corpos respondem da mesma forma que respondem à percepção de uma cobra, porque as cobras são perigosas e, portanto, o contexto que envolve uma situação de perigo é o que o estado mental está representando (2004)[18]. A EATE procura oferecer uma explicação aceitável envolvendo a intencionalidade das emoções dentro de um modelo que abrange também um *feedback* do corpo (Prinz, 2004). Na EATE, o estado mental sobre a emoção é causado pela atividade corporal, mas em vez de ser sobre a atividade corporal, a emoção é sobre outra

[17] É importante insistir na necessidade de distinguir entre registrar e representar. Para ser direto, os estados mentais registram as mudanças corporais, mas representam a sua função para o organismo (Prinz, 2004, p. 63-4).

[18] Para uma consideração mais precisa, alguns estudos paradigmáticos com humanos em situações que elicitam emoções básicas de medo ao perceber ameaças como cobras e aranhas pode ser sugestivo, pois apresentam as diferenças anatômicas e funcionais para cada caso (Ohman et al., 2001).

coisa, ou seja, sobre essas informações simples que o estado mental representa (Prinz, 2004).

Outro conceito importante é "*core relational theme*", cuja sua função é detectar os estados emocionais não-conscientes, dada a sua relevância para a sobrevivência e o bem-estar do organismo. Contudo, "*core relational theme"* são representações mentais sobre os estados emocionais, mas tais representações não são separadas das emoções não-conscientes, visto que os estados mentais co-ocorrem com as mudanças no corpo (Prinz, 2004). Assim, as expressões das emoções são também representações mentais: os temas relacionais registram (a percepção tange aos conteúdos nominais, por exemplo, o estado emocional de medo) as alterações do corpo e as relacionam com os conteúdos reais representados (por exemplo, uma situação que indica um perigo). Por último cabe considerar que há mais duas particularidades que devem ser mencionadas: 1) as repostas emocionais também abrangem as causas internas, em outras palavras, as experiências do modo como o organismo agiu nas mesmas condições em eventos passados, que são correntemente elicitadas por estados perceptivos presentes; 2) quando está sob controle executivo do organismo, se uma imagem mental é representada e intencionalmente formada gerando uma resposta emocional apropriada, então ela pode ser qualificada como possuindo o status de cognitiva (Prinz, 2004). Portanto, o modelo AIR de Prinz (Prinz, 2004) pode ser significativo para oferecer uma definição de expressão emocional como registro e esquema de preparação para uma ação. Adicionalmente, o modelo AIR concede uma perspectiva interessante para pensar como os estados emocionais podem ser representados.

Não obstante, o modelo AIR não proporciona um estudo detalhado dos correlatos neurais das expressões emocionais. Desse modo, nesta seção em que se aponta para os contextos neural e evolutivo das pesquisas em expressões emocionais, seria prudente pretender algumas impressões sobre o aporte experimental e teórico provenientes das neurociências comportamental e cognitiva. Estudos recentes de meta-análise sugerem a importância do papel da amígdala no medo aprendido (Hamann, 2012). O que foi, inicialmente, estudado em coelhos e ratos, se verifica também em seres humanos (Hamann, et al., 1999). O papel da amígdala na formação da memória, para estímulos agradáveis, foi de particular interesse para tentar prover dados ligando a atividade bilateral na amígdala à recuperação de memória para estímulos agradáveis e gratificantes em humanos usando a tomografia por emissão de pósitrons (PET) (Hamann et al., 1999).

Se comparar os estímulos com objetos neutros, ambos os estímulos agradáveis e desagradáveis afetaram as medidas fisiológicas, como a taxa de batimentos cardíacos e a condutância da pele correlacionados com um aumento da atividade na amígdala. A interpretação é que a amígdala tem importante papel no processamento emocional, além disso, a evocação das memórias, após fase de condicionamento, mostrou que a evocação e a identificação foram significativamente relevantes para os estímulos (fotos aversivas e prazerosas) com conteúdo emocional que os estímulos neutros. Logo, o aumento na evocação de memórias para figuras que elicitam respostas emocionais mostrou correlação com a atividade registrada na amígdala (Hammann et al., 1999). Todavia, isso se mostrou difícil para correlacionar um a um a variedade de emoções básicas com os correlatos neurais discretos (Hamann, 2012), o que não implica que avaliações multivariadas não possam colaborar para um modelo neural de como as emoções são representadas (Hamann, 2012).

As considerações teóricas são alimentadas, principalmente, pela neurociência cognitiva. Da pesquisa de base (Damasio 1994; Damasio 1996), surge uma taxonomia que sugere clareza conceitual e hipóteses bem formuladas, o que pode ser importante para a aceitação de ambas (Meyer & Damasio, 2009; Damasio & Carvalho, 2013). Diante disso, se pensa nas emoções e nos sentimentos como sendo distintos, porém relacionados (Damasio, 1994). Desta desambiguação, foi possível construir um modelo para as emoções, nomeado de SMH (Damasio, 1994; Damasio, 1996; Damasio & Carvalho, 2013) e que é introduzido e confrontado com outro (HOTEC), na subseção seguinte. A SMH sugere que uma arquitetura neural em rede formando, o que Damasio (Meyer & Damasio, 2009) chamou de "Zonas de Convergência e Divergência", e que foi referido depois também por "*hub*" e "*spoke*" para descrever a sobreposição das redes neurais (Pessoa, 2017): (a) neurônios projetando-se, de modo hierárquico, de um córtex sensorial primário para campos associativos corticais cada vez menores, assim convergindo para uma "zona encefálica" menor; e (b) outros neurônios de modo recíproco, projetando-se em cascata no sentido oposto, assim divergindo das "zonas de convergência-divergência" em direção aos pontos de partida (Damasio, 2010). Resumidamente, apesar do conceito de expressões emocionais não poder ser abreviado numa definição conceitual e, menos ainda, através de uma metáfora, dois pontos principais podem ser extraídos daqui: 1) por um lado, uma definição conceitual para as expressões emocionais enquanto registro e resposta (Damasio, 1994; Prinz, 2004); 2) as estruturas propostas, tal como a amígdala, e

os modelos em rede podem ser importantes, pois descrevem centros de sistemas corticais-subcorticais distribuídos funcionalmente integrados (Damasio, 2010; Pessoa, 2017).

Finalmente, é preciso referir ao aspecto comunicativo das expressões emocionais. Assim, no que tange à comunicação, a expressão emocional refere ao modo como um organismo transmite a experiência emocional através do comportamento verbal e não-verbal (Gross, 1999). Com base nas perspectivas evolucionistas e neurofilosóficas acima, a expressão emocional é uma parte importante da regulação emocional, no domínio mais amplo da regulação da emoção incluindo outros contextos (mente-corpo-propriamente-dito-e-ambiente), sendo definida como o modo que os organismos, consciente ou não-conscientemente, influenciam, experimentam e expressam as emoções. Assim, a expressão emocional pode ser benéfica ao organismo quando facilita a adaptação ao ambiente e adequação à determinada situação (Smith & Lazarus, 1990).

O conceito de expressão emocional tem uma função importante no modelo explicativo da hipótese de trabalho: (a) enquanto um registro de um estado performando uma representação (Damasio, 1994), no entanto, há que distinguir entre registrar e representar (Prinz, 2004), pois os estados emocionais registram as mudanças corporais, mas representam a sua função que é detectar as mudanças corporais, uma conexão (entre as emoções e as mudanças corporais) selecionada evolutivamente (Adolphs et al., 1994; Damasio, 1994; Prinz, 2004); (b) enquanto um programa de ação, que rapidamente modifica o estado de diversos componentes do corpo em resposta, por exemplo, a uma ameaça ou a uma oportunidade (Morris et al., 1998; Ohman et al., 2001, Prinz, 2004). Em síntese, a emoção é a mudança temporária no estado de afeto ou sentimento (Panksepp, 2010), provocada por uma situação afetivamente saliente, que envolve sistemas múltiplos e coordenados, incluindo a fisiologia, a atividade cerebral, o comportamento (de organismos humanos e não-humanos) e a experiência consciente (a experiência emocional consciente de alto-nível, neste caso, provavelmente, só em organismos humanos) (Adolphs, 2013). Essas mudanças geralmente facilitam as respostas comportamentais adaptativas, como aproximação ou *avoidance*. Um ponto adicional de distinção crucial é relacionado entre o reconhecimento de emoções (por exemplo, perceber um estado emocional em outro organismo) e a experiência emocional (ou melhor, das próprias emoções) (Goldman & Sripada, 2005).

Seção 3

A contribuição da Hipótese do Marcador-Somático e da Teoria da Alta-Ordem da Consciência Emocional para a Hipótese de Trabalho

Nesta seção, acerca do tópico das emoções, há dois importantes modelos considerados, dada a sua importância ao debate acerca da natureza das emoções e da relevância para os objetivos do trabalho e a consequente abordagem sobre a relação emoções, cognição e consciência, que é o propósito deste capítulo 1. A SMH de Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 2003) é classificada como uma Teoria do *Feedback* Somático (*Somatic Feedback Theory*-SFT) sobre as emoções, no entanto, a HOTEC de Joseph Ledoux (Ledoux, 1991; Ledoux, 2000) é uma Teoria Cognitivista das Emoções.

Falando de maneira geral, a excitação emocional (*emotional arousal*) começa com a percepção de um estímulo exógeno ou endógeno, neste último caso, por exemplo, um estímulo com origem interna como um pensamento ou uma memória. A fase inicial do processo emocional corresponde à atividade entre a percepção e o início da resposta corporal (neurovegetativa, via hipotálamo, comportamental, via tronco encefálico, e emocional, via córtex), e a parte posterior do processo emocional que é a resposta corporal efetivada em mudanças na frequência cardíaca, pressão sanguínea, expressão facial, condutividade da pele e assim por diante. A SFT dá considerável importância a parte inicial do processo emocional, porque a emoção que ali ocorre é influenciada significativamente durante essa parte do processo (Damasio, 1994). Contudo, parece que a discordância sobre quanto complexa é essa fase inicial do processo emocional e a aposta em um tipo adicional de codificação da emoção processada corticalmente levaram ao surgimento de uma contestação da primeira abordagem pela segunda (Ledoux, 1998).

3.1. A Hipótese do Marcador Somático (SMH)

A abordagem de Antonio Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 2003), procura explicar a intencionalidade do estado mental causado pelo *feedback* do corpo. Essa abordagem difere de Prinz (Prinz, 2004), porque Damasio (Damasio, 1994) considera que

o processo emocional inclui avaliações cognitivas, pelo menos para as emoções secundárias. Talvez, o que Prinz (Prinz, 2004) chama de emoção, para Damasio (Damasio, 1994) já é um sentimento primário.

Na SMH, uma distinção preliminar é entre as emoções primárias (também chamadas de básicas) e as secundárias (Damasio, 1994; Damasio, 2010) que são discorridas aqui. O caso que envolve os pensamentos e as avaliações sobre o estímulo para desencadear uma resposta corporal, é uma emoção secundária, que é uma representação mental da atividade corporal gerada nos córtices somatossensoriais do cérebro, dado que a ativação do sistema límbico não é suficiente para dar suporte. Adicionalmente, esse processo é a base para o organismo experimentar os sentimentos e formar as conexões sistemáticas entre as categorias de objetos e as situações, por um lado, e as emoções primárias, por outro (Damasio, 1994).

Por definição, a SMH refere aos mecanismos de associações entre os estímulos que reforçam e induzem o estado fisiológico afetivo e tem a função de facilitar o engajamento da atenção para certas situações que, por consequência, podem direcionar o processo de tomada de decisão (Damasio, 1994; Damasio, 1996). Antes de adentrar no exame da consciência e o seu pano de fundo evolutivo, é conveniente rastrear alguns conceitos que alicerçam a proposta do marcador-somático. Para inaugurar tal meta, uma das características realçadas da SMH é a ênfase, talvez maior que a maioria das outras propostas, sobre o papel das percepções corporais (ou somáticas) na evolução e no desenvolvimento do cérebro figurando enquanto *drivers* e reguladores do corpo. Concomitante a isso, Damasio (Damasio, 2010) também enfatiza o papel central das emoções enquanto imagens e respostas, servindo de base para os sentimentos resultados da construção de mapas das emoções.

Um modo de articular esse quadro é quando se considera o mecanismo da homeostase, o primeiro conceito a creditar. Damasio (Damasio, 2003; Damasio, 2010) teoriza que os segmentos de composição mais básicos da consciência são as representações neurais ou o mapeamento do corpo no cérebro, sobre os mecanismos homeostáticos de equilíbrio e de regulação do corpo. Para ele, todos os organismos vivos, desde a simples ameba até o humano, nascem com dispositivos projetados para resolver automaticamente, sem necessidade de raciocínio com tempo adequado e disponibilidade de informações, os problemas básicos da vida. Em resumo, esses problemas são:

encontrar fontes de energia, incorporar e transformar a energia, manter um equilíbrio químico no interior do organismo compatível com o processo da vida, manter a estrutura do organismo reparando o seu desgaste e respondendo aos agentes externos causadores de doenças e danos físicos. A palavra homeostase é uma abreviação conveniente para o conjunto de reguladores e o estado resultante da vida regulada (Damasio, 2003).

Em um nível mais avançado, os marcadores-somáticos são o caso de uso de sentimentos gerados a partir das emoções secundárias. As emoções primárias e secundárias e os sentimentos primários e secundários são ligados pela aprendizagem aos resultados futuros previstos de determinados cenários em que o organismo se encontra (Damasio, 1994; Damasio, 1996). Logo, neste tópico, há a necessidade de apresentar as definições de um segundo conjunto de conceitos que foram referidos, a saber, os tipos de emoções e sentimentos que estão imbricados à homeostase.

Neste primeiro momento, se considera as emoções. As emoções básicas ou primárias são, por definição, automáticas, programadas, não-controladas (por exemplo, o medo, a agressividade, a fome, a sede e outros), elas envolvem certas estruturas como o sistema límbico (tálamo, amígdala, tronco cerebral, hipotálamo e outas) e têm a função de informar o cérebro sobre o estado do corpo (e vice-versa) para preparar uma resposta adaptativa (Damasio, 1994). As emoções secundárias são as sensações sobre o equilíbrio funcional da homeostase, expressa por imagens mentais (como as representações disposicionais acerca de situações passadas), e são inicialmente deliberadas e conscientes (pois há a participação de uma avaliação cognitiva), mas elas são aprendidas e adquiridas como experiências automatizadas posteriormente. No caso das emoções secundárias, as imagens originam-se nas áreas sensoriais e envolvem os córtices associativos, porém as representações dispositivas são mantidas pelo $_{VM}$PFC, que processa os sinais automaticamente e involuntariamente, das imagens sensoriais e das representações diposicionais combinados com as emoções básicas, para expressar-se em uma ação (Damasio, 1994).

Nesse segundo momento, posteriormente ao considerar os tipos de emoções, discorre-se sobre os tipos de sentimentos segundo a SMH. Os sentimentos ocorrem "em justaposição" aos pensamentos e as avaliações sobre o estímulo que desencadeou as mudanças corporais em primeiro lugar. As causas imediatas dos sentimentos incluem: (a) o fluxo de fundo dos processos vitais nos organismos que são experimentados como

sentimentos homeostáticos; (b) as respostas emocionais desencadeadas pelo processamento de uma miríade de estímulos sensoriais, como sabores, cheiros, estímulos táteis, auditivos e visuais, cuja experiência é uma das fontes dos *qualia*; (c) e as respostas emocionais resultantes de impulsos básicos (como fome ou sede) ou motivações (como magnitude e valência) ou emoções (como medo e prazer), enquanto programas de ação ativados pelo confronto com situações numerosas e complexas (Damasio, 2018). As respostas emocionais em (b) e (c) geram os sentimentos provocados, em vez da variedade espontânea que surge do fluxo homeostático primário (Damasio, 2018). Segundo a SMH (Damasio, 2018), sendo que as experiências sentidas das emoções são conhecidas tendo como base os processos originários nas próprias emoções, elas são bastante distintas. Porém, isso ajudou a perpetuar a falsa noção de que as emoções e os sentimentos são um e o mesmo fenômeno e que expressões como "*emotional feelings*" ("os sentimentos das emoções") parecessem confusas e sem sentido[19].

Os sentimentos primários são imagens/representações na forma de uma justaposição que se baseia nas emoções universais básicas do corpo (por exemplo, quando a tristeza se origina a partir do medo ou da dor) e nas imagens mentais que iniciaram o ciclo de uma experiência em curso. Ademais, isso é uma experiência contínua daquilo que o corpo está fazendo naquele instante na forma de uma representação sobre os conteúdos específicos e têm participação na função de dirigir a atenção *top-down* para os sinais do corpo enviados (Damasio, 1994; Damasio, 2010). Sobre os sentimentos primários, os sentimentos secundários são concebidos enquanto gradações dos primeiros (por exemplo, a timidez que variou da tristeza), que são sintonizadas pela experiência quando as variações sutis do estado cognitivo são ligadas às variações sutis dos estados

[19] Cabe fazer uma nota sobre o que se quer dizer pelo uso dos termos sentimentos e "*feelings*. Segundo a Hipótese do Marcador Somático (SMH), apesar que os sentimentos têm origem nas emoções, eles são distintos das emoções. As mudanças no estado corporal resultantes de um programa de ação são, por sua vez, percebidas pelo sistema interoceptivo e mapeadas no CNS. Os sentimentos são experiências mentais que acompanham uma mudança no estado do corpo do organismo sendo sempre conscientes, segundo a SMH (Damasio, 1994, p.150). As mudanças externas exibidas, por exemplo, nos mapas exteroceptivos da visão ou audição são percebidas, mas em grande parte não sentidas diretamente como definido com os sentimentos primários e secundários. No entanto, tais mudanças podem levar a sentimentos indiretamente ao desencadear um programa de ação que causa uma mudança no estado do corpo e é posteriormente sentida. As alterações do estado do corpo mapeadas nos mapas neurais interoceptivos podem permanecer não-conscientes ou podem ser experimentadas conscientemente como "*feelings*". Desse modo, os sentimentos acompanham o desenrolar da vida nos organismos que possuem esta função, seja o que for que o organismo perceba, aprenda, lembre-se, imagine, raciocine, julgue, decida, planeje ou crie mentalmente (Damasio & Carvalho, 2013).

emocionais do corpo. Então, ocorre a conexão do conteúdo cognitivo com uma variação das representações dos sentimentos primários (Damasio, 1994).

Outro ponto significativo na SMH é a ideia de um "como se" (*as if loop*) no cérebro atualizando sobre a atividade do corpo (Damasio, 1994; Damasio, 2010). Áreas do cérebro que avaliam os estímulos (a amígdala e os córtices pré-frontais) podem sinalizar diretamente aos córtices somatossensoriais em vez de desencadear a atividade corporal, ao passo que, os córtices somatossensoriais respondem como se a atividade corporal estivesse realmente ocorrendo. Isso gerará uma sensação de forma mais rápida e eficiente, embora não seja uma resposta corporal autêntica (Damasio, 1994). Em todo caso, isso abre a possibilidade de haver um sentimento mesmo que o corpo não esteja envolvido. Em outras palavras, como dito acima, isso parece uma simulação, um "como se", de modo que, a possibilidade de que haja um "*as if loop"* no cérebro explicaria como os organismos, que não podem receber o *feedback* típico do corpo, ainda podem ter sentimentos, por exemplo, naqueles casos de pacientes que sofreram lesões na medula espinhal e que foi paradigmático no debate preliminar em Teorias das Emoções (visto na seção precedente "James-Lang vs Cannon-Bar") (Damasio, 1994).

Em síntese, os dois tipos de sentimentos envolvem uma ligação entre o corpo e o cérebro, tanto um *feedback* quanto um *feedforward*, que na perspectiva neural estão correlacionados à medula espinhal, tronco cerebral, cerebelo, tálamo, amígdala, hipotálamo, gânglios da base, ínsula e córtex somatossensorial. Complementarmente aos primários e secundários, há os sentimentos de fundo que não têm origem em estados corporais, mas em estado de fundo do corpo (sentimentos de fundo) e ocorrem entre as emoções. Especificamente, estes sentimentos equivalem à percepção do organismo de "estar vivo" ou "existir" (Damasio, 1994). Assim, eles integram uma imagem do corpo quando este não está sob o estado de excitação emocional corrente, mas referem a algo mais elementar. Com efeito, os sentimentos de fundo têm participação na geração dos estados de humor, propriocepção e interocepção (Damasio, 1994), que foram separados das expressões emocionais na seção anterior, mas de um modo diferente (Panksepp, 2010) do atual (Damasio, 1994). Ao nível neural, eles correspondem às áreas límbicas, gânglios da base, aos córtices insular, somatossensorial, e a substância branca (neste caso, às comissuras e às cápsulas da conexão interhemisférica) (Damasio, 1994; Damasio, 2010).

Dadas as definições conceituais de homeostase, emoções e sentimentos, em resumo, pode-se dizer que a SMH concerne ao *feedback* informativo sobre os estados do corpo, como as imagens mantidas por áreas subcorticais já mencionadas, que integram um tipo de representação não-consciente sobre a qual origina-se os *feelings*[20] em áreas corticais dorsomediais ($_{DM}$PFC) e dorsolaterais ($_{DL}$PFC) e ventomediais ($_{VM}$PFC) e ventrolaterais ($_{VL}$PFC) e orbitofrontais ($_{OF}$PFC) (Damasio, 1994). Como o objetivo é abordar a evolução da consciência, inserindo estas definições conceituais dentro do contexto proposto pelo artigo, sobrevém uma questão: como os sentimentos evoluíram? Para ser direto, os sentimentos surgiram de uma série de processos graduais relacionados ao corpo, ancorados sobre mecanismos *bottom-up* de eventos químicos e de ação mais simples acumulados e mantidos ao longo da evolução por seleção natural (Damasio, 2018).

No que diz respeito aos córtices pré-frontais, Damasio (Damasio, 1994) sugere que os marcadores somáticos, que operam no domínio biorregulador e social, alinhados com o setor ventromedial, influenciam a operação da atenção e da memória de trabalho, no setor dorsolateral, no qual, as operações em outros domínios de conhecimento dependem (Bechara et al., 1998)[21]. Isso deixa em aberto a possibilidade de que os

[20] Segundo a Hipótese do Marcador Somático (SMH), os termos usados aqui, sentimentos e "*feelings*", referem-se aos sentimentos percebidos conscientemente (Damasio & Carvalho, 2013). Primeiro as emoções e os sentimentos são neuralmente e funcionalmente separados. Se uma emoção é uma coleção de mudanças no estado do corpo conectadas às imagens mentais particulares que ativaram um sistema cerebral específico, a essência de sentir uma emoção é a experiência de tais mudanças em justaposição às imagens mentais que iniciaram o ciclo. Em outras palavras, um sentimento depende da justaposição de uma imagem do corpo própria à uma imagem de outra coisa (Damasio, 1994). Os sentimentos são representações construídas sobre o alicerce das emoções e dos *drivers* e a sua base neural vai além dos sinais endócrinos, das vísceras e dos núcleos dos sistemas de neurotransmissores de projeção difusa e incluem as áreas envolvidas com a cognição, como as áreas pré-frontais. Desse modo, os "*feelings*" seriam experiências mentais. Tais representações são justapostas sobre e eliciadas pelas imagens do corpo enquanto experiências qualificadas (Damasio & Carvalho, 2013). Portanto, os termos sentimentos e "*feelings*" referem à um tipo específico de sentimento que é consciente. Contudo, no que diz respeito à proposta da hipótese de trabalho, o interesse está centrado na questão funcional e não no plano descritivo e fenomenológico.

[21] Como os indivíduos com lesões dorsolaterais no hemisfério direito têm um déficit de memória de trabalho nos domínios espacial e de objetos, a partir da evidência de um grande corpo de estudos, demonstrando que as estruturas dentro do córtex pré-frontal dorsolateral estão implicadas na memória de trabalho, os pacientes do grupo com dano no córtex pré-frontal dorsolateral e medial do hemisfério direito ($_{DM}$PFC) tiveram um desempenho em um abaixo do normal em *Gambling task*. Além disso, os indivíduos que possuem lesões ventromediais posteriores bilaterais, envolvendo a região do prosencéfalo basal, têm comprometimento da memória de trabalho, de tal modo, que os pacientes com dano na região posterior do córtex pré-frontal ventromedial ($_{VM}$PFC) tiveram desempenho atípico nas tarefas de atraso e apresentaram o desempenho muito abaixo em *Gambling Task*. (Bechara Et Al., 1998, p. 435). Aos pesquisadores pareceu crível inferir que parece a região basal do prosencéfalo possa servir como um sistema paralelo ao $_{DL}$PFC para a memória de trabalho, dadas as estreitas ligações anatômicas entre as duas regiões.

marcadores somáticos também influenciem a atenção e a memória de trabalho dentro do próprio domínio biorregulatório e social (Bechara et al., 2005). Em outras palavras, em indivíduos neurotípicos, os marcadores somáticos, que surgem da ativação de uma contingência particular, aumentam a atenção e a memória de trabalho em todo o sistema cognitivo. Em pacientes com dano na região ventromedial, como Gage, Elliot e outros, todas essas ações estariam comprometidas em menor ou maior grau (Bechara et al., 1999).

3.2.A Hipótese de Alta-ordem da Consciência Emocional (HOTEC)

Diferentemente de Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 1996; Damasio, 2010), Joseph Ledoux (Ledoux, 1991; Ledoux, 1998; Ledoux. 2000; Ledoux, 2012; Ledoux & Brown, 2017, Ledoux, 2019) argumenta que as emoções não são somente inatamente programadas em circuitos subcorticais, contudo propõe que as emoções são também estados de ordem superior, instanciados em circuitos corticais. Desse modo, o que difere as experiências emocionais e não emocionais, não é a origem do processamento, se subcorticalmente ou corticalmente, mas sim os tipos de entradas processadas pela rede cortical (Ledoux, 2000).

A HOTEC oferece modificações da teoria de ordem superior (HOTs), uma teoria importante da consciência, para permitir que a teoria de ordem superior explique a autoconsciência e, em seguida, para entender como esse modelo pode explicar as experiências emocionais conscientes. Inicialmente, como neurocientista comportamental, Ledoux (Ledoux, 1991) dedicou-se ao estudo dos estados e das repostas emocionais, como o medo, a agressividade predatória e afetiva e a sua correlação com áreas subcorticais como amígdala, tálamo, tronco-cerebral, cerebelo e outras. À vista disso, além de postular que há duas rotas para as emoções, uma rota rápida (automática) e outra lenta (consciente e deliberada), mostrou que as respostas fisiológicas e comportamentais de defesa podem ser dissociadas do sentimento consciente (Ledoux, 1991; Ledoux, 2012).

Como dito nos parágrafos acima, a compreensão experimental e teórica sobre as emoções se basearam, em grande parte, nas pesquisas que se enquadram acerca do "medo e a agressividade" e, por conseguinte, a definição de "medo" como o sentimento não-consciente, pertencente a alguém que está imerso em contexto de perigo (Ledoux, 1991).

Claro que tal definição conceitual não pode se aplicar igualmente às emoções, mas forneceram os princípios gerais que podem, pelo menos, ser usados como ponto de partida para teorizar sobre as origens de muitas das emoções.

Seguindo a linha de raciocínio dos dois parágrafos preliminares, fica tangível dizer que as emoções, como o medo, foram herdadas de ancestrais animais não-humanos (Darwin, 1872; Damasio, 1994; Ekman, 2003; Pankseep et al., 2011). Essas teorias das emoções, apesar das críticas (Ledoux, 1991, Ledoux, 2012; Ledoux & Brown, 2017), propõem que as emoções estejam conectadas ao sistema límbico do cérebro (MACLEAN, 1952). O medo, por exemplo, costuma ser considerado dependente de um conjunto de circuitos que têm como centro a área límbica chamada amígdala (Ledoux, 1991; Davis, 1992, Panksepp et al., 2011).

Uma grande quantidade de pesquisas mostrou que os danos na amígdala interrompem a capacidade de animais e pessoas de responder às ameaças comportamental e fisiologicamente (Adolphs, 2013). Além disso, outros estudos de imagem funcional em animais humanos mostraram que a amígdala é ativada na presença de ameaças (Morris et al., 1998). Em resumo, tais resultados são interpretados no sentido que as ameaças induzem um estado de medo ativando um circuito centralizado na amígdala, e que este mesmo circuito controla as respostas comportamentais e fisiológicas provocadas pela ameaça (Damasio, 1994, Panksepp et al., 2011, Adolphs, 2013).

Ledoux (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019) argumenta que a noção de circuitos de sobrevivência defensivos conservados evolutivamente, que são ativados como respostas comportamentais e fisiológicas às ameaças, são interessantes para pontuar duas considerações, primeiro, que tais emoções são estados centrais que causam respostas somáticas, viscerais e comportamentais, segundo, que tais estados emocionais não são diretamente responsáveis por experiências subjetivas de medo (Ledoux & Brown, 2017).

Nesta seção, tratando de duas teorias das emoções distintas, talvez, a distinção possa parecer mais clara se pensar em duas visões das contribuições da amígdala para o processamento de ameaças, sendo a primeira, a perspectiva de um "circuito do medo", em que a amígdala é responsável tanto pela experiência subjetiva do medo quanto pelo controle das respostas de congelamento/luta/fuga, sendo a segunda, a perspectiva de um "circuito de defesa para a sobrevivência" (*The Defensive Survival Circuit* - DSC), na qual, a amígdala controla as respostas defensivas, mas não é responsável por experiências

subjetivas provocadas por ameaças. Na segunda perspectiva, os DSC são evolutivamente conectados para detectar e responder às ameaças inatas e para responder às novas ameaças que foram aprendidas no passado. Conforme visto aqui, em outras palavras, os circuitos defensivos de sobrevivência DSC contribuem indiretamente para a sensação de medo e respostas apropriadas, mas a sua atividade não constitui o estado consciente de "ter medo" (Ledoux, 2012).

Tal visão tem suporte de experimentos de mascaramento (*Backward Masked Task*-BMT), elaborados por Morris e colegas (Morris et al., 1998) e *Visual Search Paradigm* (VSP) de Arne Öhman e colegas (Ohman et al., 2001) comentados na seção 2. A HOTEC (Ledoux & Brown, 2017) argumenta que tais estudos que usam métodos para evitar ou reduzir a consciência de estímulos visuais, apresentam resultados que diz que as ameaças visuais ativam a amígdala e provocam respostas corporais, apesar do fato de os participantes negarem ter visto o estímulo, adicionalmente, os participantes reportam não sentir medo, mesmo quando são explicitamente instruídos a serem introspectivos sobre o que estão vendo. Como visto na seção 2, Morris e colegas (Morris et al.,1998) desenvolveram um experimento (BMT) envolvendo o mascaramento de faces com expressões agressivas, cujo os resultados das imagens cerebrais por fMRI, mostraram que os estímulos faciais mascarados ativaram a amígdala, assim como foi confirmado em um experimento posterior (Öhman et al., 2001) do tipo VSP de imagens mascaradas de organismos ameaçadores.

Como pregressamente visto na seção 2, se as condições de estímulo permitem o processamento consciente, a resposta inicial da amígdala, que é mediada pelo colículo superior e pelo núcleo pulvinar do tálamo, referente ao estímulo de medo relevante, desaparece com o processamento consciente e a rede subcortical não é recrutada (Ledoux, 1991). Contudo, posteriormente, a atividade da ACC e AI modula a resposta da amígdala aos estímulos aversivos de maneira intensificada e a ativação em $_{DL}$PFC e $_{O}$PFC inibe a resposta da amígdala inicial (Ledoux, 2012).

Todas essas descobertas sugerem que os DSC da amígdala processam ameaças não-conscientemente, no entanto, isso não significa que os DSC desempenhem nenhum papel no medo consciente. Mas então qual seria a sua função? A HOTEC prevê que DSC modulam a experiência do medo, apesar de não serem diretamente responsáveis pela própria experiência consciente (Ledoux & Brown, 2017). Consequentemente, a

experiência de sentir medo resulta de uma interpretação cognitiva que o organismo está em uma situação de ameaça, na qual, pode sofrer danos físicos e psicológicos. O elemento adicional da HOTEC está no tipo de processamento informacional que o estado emocional está envolvido, ou seja, ele precisa entrar na Rede Geral da Cognição (GNC), integrada especialmente por redes fronto-parietais (Ledoux & Brown, 2017).

Entretanto, cabe perguntar: o que viria primeiro, a cognição ou os sentimentos das emoções? Com base na sua própria pesquisa sobre a relação entre o medo e as respostas de defesa, LeDoux (Ledoux, 2019) se concentra na evolução das emoções e dos sentimentos em animais não-humanos superiores e humanos e a sua relação com a consciência. Assim, diferentemente da SMH, os circuitos subcorticais não são responsáveis pelos sentimentos, mas fornecem as entradas não-conscientes de ordem inferior que se fundem com outros tipos de sinais neurais na montagem cognitiva de experiências emocionais conscientes pelos circuitos corticais (Ledouz & Brown, 2017). Continuando sobre este argumento, para a HOTEC, os sentimentos conscientes de medo e outros sentimentos emocionais foram um complemento evolutivo posterior às respostas de defesa fisiológicas e comportamentais e são dependentes da cognição e da consciência. Então LeDoux (Ledoux, 2019) argumenta que o que surgiu primeiro evolutivamente foi a cognição e não os sentimentos das emoções, logo, ele vê os sentimentos das emoções como dependentes da cognição e de suas bases neurais. Assim, a cognição surgiu antes dos sentimentos das emoções (Ledoux, 2019)[22].

[22] Esta conclusão poderia levar a inferir que a consciência é anterior aos sentimentos. De certo modo, isto pode ser dito. Entretanto, como será visto posteriormente, Ledoux (Ledoux & Brown, 2017) postulou haver mais de um tipo de consciência. Há dois tipos anteriores: as consciências de tipo anoética e noética. A primeira é a consciência não cognitiva, uma *awareness* periférica de estímulos externos ou estados internos (Ledoux, 2021, p. 9). Contudo, aqui, interessará mais esta última, pois ela é dependente das redes gerais da cognição e, logo, das funções executivas (noética não-verbal). Não obstante, segundo a hipótese de trabalho, quando a consciência manipula os sistemas especializados da memória de trabalho em codificação linguística e o sistema cognitivo-computacional da sintaxe, esta consciência deve ser de tipo noética verbal. Portanto, desde que a cognição, especificamente, a memória de trabalho, a atenção *top-down* e o controle cognitivo já existiam, ao menos em algum grau, então a consciência noética já existia. Contudo, em um grau mais elevado, há a consciência autonoética (Ledoux & Brown, 2017), que também é um tipo de consciência de alta-ordem (Edelman, 1992) ou também como a consciência estendida (Damasio, 2010), é dependente também dos sentimentos (excitação emocional, conceitos e esquemas das emoções) e das memórias autobiográficas (Ledoux, 2021, p. 10). Ademais, é indispensável acentuar que (Ledoux, 2019) não nega que os animais não-humanos tenham consciência anoética e alguma forma de consciência noética não-verbal, mas que é improvável que tenham sentimentos de emoções e que possam colocar a si mesmos em uma narrativa temporal como protagonistas. Portanto, ao que parece, isso pressupõe que as funções executivas (atenção *top-down* e memória de trabalho), a consciência de tipo noética e a cultura moldaram os sentimentos das emoções (Ledoux, 2019, p. 380-2).

Isso pode parecer trivial à primeira vista, mas essas definições conceituais sobre as emoções, os sentimentos e os esquemas de emoções e as suas especificações anatômicas e funcionais são indispensáveis para avançar ao passo seguinte, que será tratado nas seções consecutivas, que é considerar as modalidades de consciência, os modelos explicativos de consciência e a relação consciência e cognição, especificamente, a memória de trabalho e os seus subcomponentes e os tipos de atenção.

O importante a considerar aqui também é que o modelo entregue por Ledoux (Ledoux, 1991; Ledoux, 2012) possui duas vantagens em relação ao modelo da SMH (Damasio, 1994; Damasio, 1996; Damasio, 2010), a saber, ele postula haverem duas rotas para as emoções, sendo uma cortical e outra subcortical, na qual, a primeira demanda processamento informacional não-consciente, modal e serial, paralelo e multimodal, enquanto que, a segunda é também não-consciente, todavia é mais rápida e modular (Ledoux, 1991; Ledoux, 2010; Ledoux, 2019), que evoluiu por seleção natural das respostas emocionais como esquemas de ação adaptativos frente às potenciais ameaças (Morris et al., 1998; Ohman et al., 2001; Ohman, 2005; Engelmann & Pessoa, 2007). A segunda vantagem é que a HOTEC diz que as emoções não são antecedentes evolutivamente à cognição. Com base nisso, há duas implicações a considerar: 1) primeiro, a HOTEC sugere que o tipo de emoção processada corticalmente não é prévia à cognição e; 2) ao assumir isso, a HOTEC então abre possibilidade para se pensar os processos cognitivos não-conscientes e sobre qual seria a sua função. Desse modo, devido à implicação (1), os sentimentos conscientes de medo e outros sentimentos emocionais foram um complemento evolutivo posterior às respostas fisiológicas e comportamentais de defesa e são dependentes da cognição e da consciência. Assim sendo, LeDoux (Ledoux, 2019) argumenta que o que veio primeiro foi a cognição e não os sentimentos que, apesar de estarem enraizados nas emoções, são construídos cognitivamente (Ledoux, 2019). Devido à implicação (2), a HOTEC considera que a função dos processos cognitivos não-conscientes permite controlar até comportamentos mais complexos sem ter que recorrer à consciência, proporcionando a vantagem de reduzir a carga sobre a cognição e permitindo o controle comportamental e respostas mais flexíveis aos estímulos (Ledoux, 2019).

Antes de terminar esta seção, é pertinente fazer uma advertência. Primeiro é salutar dizer que os blocos de construção da consciência já estavam presentes em espécies primitivas, o que justificaria um olhar filogenético mais profundo na evolução em busca

de homologias. Por isso, a abordagem da HOTEC (Ledoux, 1991) acerca das emoções, mesmo em animais não-humanos distantes filogeneticamente dos animais humanos, se justifica. Não para dizer que tais animais não-humanos, como os roedores, por exemplo, têm sentimentos e consciência como os animais humanos têm, mas para dizer que os constituintes elementares dos sentimentos e da consciência já lá estão, possibilitando um escrutínio filogenético para identificar as homologias e as diferenças inter-espécies (Edelman & Seth, 2009; Birch, 2019). Desse modo, é pertinente reafirmar um ponto, que isso não significaria admitir que essas espécies tenham algum perfil ou grau de consciência, como será abordado mais adiante, no capítulo 3, seção 3. Essa é uma distinção bem sutil que deveria ser feita acerca de cognição e consciência animal, segundo a Hipótese de Trabalho.

Esse é um momento crucial sobre a distância filogenética entre as espécies estudadas por Ledoux (Ledoux, 1991) e a relevância para o debate evolutivo da consciência (Ledoux, 2019). É notoriamente reconhecido que Ledoux (Labar & Ledoux, 1996) ficou conhecido ao estudar o medo e a agressividade em indivíduos de espécies filogeneticamente distantes dos hominídeos, como os ratos, e que tais indivíduos possam possuir poucas homologias estruturais e funcionais relevantes para as pesquisas da consciência emocional em animais humanos (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009; Edelman, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020)[23]. Como a maioria dos animais humanos e não-humanos, os ratos apresentam resposta de medo, uma emoção que pode ajudar os organismos a escapar dos predadores. Em suas pesquisas, LeDoux (Ledoux, 1991; Morgan & Ledoux, 1995; Labar & Ledoux, 1996) rastreou o medo processado no cérebro dos roedores, desde os primeiros sons de perigo detectados pelo ouvido externo até os circuitos internos do cérebro que fazem o organismo congelar, lutar ou correr para salvar sua vida. Não obstante, se poderia argumentar que ele parte sobre os estudos de medo e da agressividade em espécies distantes filogeneticamente, no sentido de dizer que as

[23] Os roedores são uma espécie macrosmática que usam o olfato como marcação em muitos contextos sociais, incluindo a comunicação inter e intra-espécies, a marcação de trilhas e o estabelecimento de territórios. A sua urina fornece informações genéticas sobre os indivíduos, incluindo a espécie, o sexo e a identidade individual, e informações metabólicas sobre dominância, estado reprodutivo e saúde (Arakawa et al., 2008). Além disso, roedores têm habilidades cognitivas avançadas, como memória espacial (Jacobs & Liman, 1991) e, para alguns pesquisadores, até estados afetivos (Harding et al., 2004). Os ratos de laboratório (marrons) podem ter a capacidade de metacognição, no sentido de considerar o seu próprio aprendizado e então tomar decisões com base naquilo que sabem, conforme indicado pelas escolhas que fazem, aparentemente negociando a dificuldade das tarefas e as recompensas esperadas, tornando-os os primeiros animais, além dos primatas, conhecidos por terem essa capacidade (Foote & Crystal, 2007), apesar das críticas (Smith et al., 2008).

espécies distantes filogeneticamente possuem poucas homologias em comum ou proximamente relacionadas em termos de estruturas e funções (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009; Edelman, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020), e que, portanto, o status psicológico também pode variar muito entre as espécies filogeneticamente distantes (Pennartz et al., 2019).

A maioria dos esforços para compreender a evolução do comportamento, especialmente na neurociência, centra-se normalmente na relação entre grupos intimamente relacionados, como os humanos e outros mamíferos e existem razões óbvias para fazê-lo (Kandel et al., 2013). Por exemplo, uma vez que o cérebro controla o comportamento, os estudos sobre como os cérebros evoluíram em tais grupos ajudam a explicar a evolução do seu respectivo repertório comportamental, e também do comportamento humano (Kandel, 2001). Mas também existem boas razões para olhar mais distantemente, pois há pesquisas que comparam os mamíferos (muitas vezes, os roedores) e invertebrados (como as moscas e os vermes), mostrando a ligação entre estes e revelam como a memória funciona em espécies distantes filogeneticamente (Kandel et al., 2013).

Seth Grant e colegas (Grant et al., 1992; Grant, 2016; Grant, 2018) encontraram paralelos em genes relacionados com a plasticidade entre os roedores e as lesmas do mar, sugerindo que cada um deles pode ter herdado a capacidade de aprender de um ancestral comum que viveu há muitas centenas de milhões de anos. Mas, ainda mais interessante, é que alguns dos mesmos genes existem em protozoários unicelulares. Isto é relevante, uma vez que os mamíferos e os protozoários atuais partilham um ancestral protozoário comum que viveu há mais de 1 bilhão de anos atrás (King, 2004). Alguns dos genes relacionados com a aprendizagem no sistema nervoso tardiamente evoluído podem, portanto, chegar até animais humanos através desses ancestrais microbianos (King, 2004).

Isso não quer dizer que, em organismos distantes filogeneticamente e com poucas homologias compartilhadas com a linhagem da espécie sapiens, já possuam as estruturas e as funções por detrás do comportamento sofisticado e dos estados psicológicos de alta-ordem. Há que resgatar aqui a advertência feita anteriormente. Falando diretamente, o que se quer destacar é que alguns dos blocos de construção da consciência emocional já estejam lá presentes em organismos primitivos e não que a própria consciência (Dennett,

2017) e os sentimentos conscientes já estejam (Ledoux, 2019). Isso é importante considerar para o argumento. Talvez, seja difícil aceitar essa ideia, pois o grupo filogenético protozoa nem sistema nervoso possui, já que isso exigiria células especiais (os neurônios) e eles possuem apenas uma célula multifuncional (Dennett, 2017). No entanto, eles têm uma vida comportamental diversificada, isto é, eles nadam para longe dos produtos químicos nocivos e em direção aos úteis, e até usam a experiência passada para orientar as suas respostas presentes, sugerindo que têm a capacidade de aprender e de lembrar (Dennett, 2017). A conclusão lógica seria, portanto, que o comportamento, a aprendizagem e a memória não requerem, na verdade, um sistema nervoso.

A questão que resiste é que mesmo que os organismos se envolvem em comportamentos defensivos, de gestão de energia, de equilíbrio de fluidos e de reprodução, congelando/fugindo/lutando, comendo, bebendo e acasalando, tanto cientistas quanto filósofos, frequentemente, descrevem essas atividades como uma expressão de estados emocionais, motivacionais e regulatórios subjacentes, mas que não quer dizer que essas sejam experiências sentidas conscientemente, por exemplo, como se fossem experiências de estados de medo, fome, sede e prazer sexual (Ledoux, 2014). Como os animais humanos experimentam os sentimentos conscientemente quando envolvidos nos próprios comportamentos de sobrevivência, eles intuem que esses sentimentos e os comportamentos devem estar intrinsecamente relacionados, ou seja, que os sentimentos são as causas dos comportamentos[24]. Além disso, se pensar que os outros animais próximos da linhagem *sapiens* (outros mamíferos, por exemplo) se comportam em situações de sobrevivência e possuem circuitos que controlam o comportamento homólogo aos *sapiens*, então é natural que os pesquisadores concluam que os seus comportamentos de sobrevivência devem ser impulsionados por algum tipo de controle consciente (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009; Edelman, 2009). Todavia, tomando em conta a ancestralidade desses comportamentos e a forma como surgiram muito antes dos sistemas nervosos, provavelmente seria prudente ser mais criterioso ao fazer tais atribuições com base nos estados mentais de animais humanos (Ledoux, 2012; Ledoux, 2014).

[24]Se o fizessem, estariam projetando as próprias experiências em outros organismos, o que é, por sinal, um dos problemas metodológicos quando se abordada a consciência animal (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009; Edelman, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020). Este tópico tocado aqui, principalmente na relação entre as emoções, os sentimentos e a consciência, é considerado no capítulo 3, na seção 3, de modo mais geral e detalhado.

Assim, se tentou argumentar aqui que, apesar dos mecanismos de regulação e sobrevivência terem raízes ancestrais profundas e que há certas homologias entre as espécies distantes filogeneticamente, posteriormente, se desenvolveram neurônios e circuitos para tornar esses comportamentos mais eficientes e eficazes (Ledoux, 2019). Sendo assim, se há evidências de que são os mesmos sistemas cerebrais que controlam os comportamentos de sobrevivência nos humanos e em outros mamíferos, isso não ocorre em relação aos sistemas responsáveis pelos sentimentos conscientes que são experienciados quando os organismos estão envolvidos em tais comportamentos, segundo a HOTEC (Ledoux, 2019). Sendo assim, os comportamentos e sentimentos ocorrem simultaneamente, não porque os sentimentos conduzam o comportamento, mas porque os seus respectivos sistemas respondem aos mesmos estímulos (Ledoux, 2019).

Há uma advertência final que deve ser feita. Isso poderia ser contraproducente para a hipótese de trabalho admitir essa diferença, mas não é se considerar que os comportamentos de sobrevivência têm, portanto, raízes muito antigas que os tornam homologias compartilhadas. Isso não significa um problema se avaliar que o reconhecimento de que os circuitos que controlam os comportamentos de sobrevivência são diferentes daqueles que processam as experiências conscientes (Ledoux, 2019). Isso também não significa que os animais não-humano não tenham consciência de algum tipo, mas só que não devam ter uma consciência emocional de alto-nível, relacionada à linguagem e a cultura, como os humanos têm (Edelman 1992; Damasio, 2018; Ledoux, 2019). Em vez disso, é que quaisquer experiências conscientes que eles tenham, provavelmente, são muito diferentes daquelas de animais humanos, já que cada espécie tem cérebros e corpos um tanto divergentes (Birch et al. 2020). Desse modo, isso permite ver a ligação das estruturas e funções em animais humanos com a história primitiva da vida através de homologias e diferenças.

Seção 4

Conceitos e Modalidades da Consciência

O que significa “consciente” e “consciência” é muito difícil de definir e são termos que abrangem uma ampla variedade de fenômenos mentais e, portanto, significados.

Como o propósito desta hipótese de trabalho é apresentar uma definição conceitual para consciência, não é possível deixar de fora considerações sobre quais são os principais critérios conceituais usados para definir tais termos. Sendo assim, sabendo que tais termos são usados com uma diversidade de significados, e dependendo dos modelos metafísicos e específicos da consciência que são assumidos, o substantivo "consciência" é mixado em sua extensa generalidade (Van Gulick, 2014). Contudo, os conceitos que referem à criatura consciente (no sentido de organismos em sua totalidade) e aos estados conscientes (como os processos mentais particulares) podem ser de grande ajuda (Carruters, 2000; Churchland, 2005, Block, 2011; Lau & Rosenthal, 2011, Cohen & Dennett, 2011). Desse modo, nesta subseção, não há necessidade de expor todos, mas tão somente aqueles que entram no jogo explicativo.

Do mesmo modo, tal diversidade e complexidade impossibilita haverem acordos sobre os conceitos e as modalidades da consciência. Apesar de não haver acordo sobre quais seriam tais modalidades, algumas leituras (Pereira Jr., 1998) sugerem poder haver certas modalidades de referência no campo de pesquisa "Estudos da Consciência". Neste caminho, por exemplo, a consciência da percepção, a consciência corporal, a consciência das emoções, a consciência representacional e a autoconsciência são definições conceituais fundamentais. Assim também, de acordo com a abordagem na qual partem os pesquisadores e com os problemas da consciência que se ocupam, os conceitos de consciência são escolhidos segundo alguns critérios e pressupostos, a saber, no caso da hipótese de trabalho, todos os conceitos que referem aos tipos de funções cerebrais que dão suporte aos processos conscientes seriam relevantes (Pereira Jr, 2003)[25].

[25] Sobre os critérios em questão, o autor citado menciona algumas definições conceituais de sugestivo interesse como: os "Ciclos Funcionais Recorrentes", o "Fluxo Consciente" e o "Processamento Cerebral Distribuído". Numa perspectiva biológica, o "Ciclo Funcional Recorrente" marca a relação sistemática entre a percepção e o comportamento no ambiente. Este é uma funcionalidade existentes nos cérebros mais primitivos e desenvolvidos que denotam a capacidade do cérebro de aprender com os estímulos do corpo e ambiente e controlar o comportamento do organismo de modo adaptativo (Pereira Jr, 2003, p. 118). O "Fluxo da Consciência", mencionado como um dos conceitos fundamentais da consciência, é caracterizado pela sequência de eventos sucessivos e os mecanismos cerebrais subjacentes em relação aos organismos distintos, por exemplo, um mecanismo que ilustraria este conceito seriam as fibras reentrantes que funcionam produzindo uma sinalização de via dupla entre as áreas sensoriais, de modo que, tal processo poderia explicar como o organismo percebe conscientemente o momento presente (Edelman et al., 2011, p.2). O último critério concerne ao "Processamento Cerebral Distribuído", que é abordado em mais detalhes na seção 5 deste trabalho, sobre a consciência e a cognição, sobre o processamento modular, multimodal e supramodal, local e serial, paralelo e global. Como consequência da especialização das áreas cerebrais, durante a evolução, na qual, cada subsistema executa parte do processamento global para ser depois integrado supramodularmente e resolver potenciais conflitos existentes (Morsella, 2005, p. 2005).

Nesta seção, o objetivo não é expor sobre todos os conceitos e as modalidades de consciência, mas somente o que faz parte do problema funcional da consciência (conforme exposto na seção 1).

4.1. Conceitos de Consciência

O papel causal da consciência, conforme abordado na seção 1, tem relação com o caráter qualitativo da consciência, segundo algumas perspectivas (Jackson, 1982; Searle, 1993; Chalmers, 1996). A questão funcional da consciência é averiguar se a consciência, que é relevante para o organismo que a possui, tem ou não algum efeito causal sobre o comportamento. Como foi dito anteriormente, se ela não tem efeitos no comportamento do organismo e faz nenhuma diferença causal, então não parece ser significativo para os organismos nos quais ela está presente, enfraquecendo assim, desde já, as investigações sobre seu possível valor e função (Block, 1995; Maley & Piccinini, 2018). Tais preocupações foram levantadas especialmente no que diz respeito à consciência fenomenal, quanto à propriedade dos *qualia* e aos estados qualitativos (Jackson, 1982; Searle, 1993) e a estrutura fenomenal (Chalmers, 1996).

Tomando em conta o que foi dito acima, há que fazer uma diferença entre o estado e o carácter qualitativos: 1) primeiro, os estados qualitativos podem ser considerados conscientes, pois as propriedades qualitativas das experiências, que são referidas como "*qualia*", têm sido consideradas como singulares, intrínsecas, privadas do sujeito e como características inobserváveis da experiência em 3ª pessoa (Nagel, 1974; Jackson, 1982); 2) o caráter qualitativo é, geralmente, equivalente às propriedades que demarcam o estado qualitativo, desse modo, o caráter qualitativo refere, por exemplo, à vermelhidão que a "cientista Mary" experimenta quando ela olha para uma rosa ou tomates vermelhos maduros (Jackosn, 1982; Chalmers, 1996). Logo, tais propriedades podem parecer separar os estados ou as criaturas que são realmente conscientes, pois mesmo com o comportamento indistinguível dos humanos, se o organismo ou sistema carece de tais *qualia*, então não pode ser considerado consciente ou possuir a consciência no sentido de qualitativo e de "como é possuir consciência" (Nagel, 1974; Chalmers, 1996).

O controle flexível da consciência está relacionado com os ciclos de consciência e as diferenças entre estar em estado de vigília (*Wakefulness*) ou sono profundo (*deep sleep*). Os ciclos de sono/sonho/vigília ou *sleep–dream-wake cycl*e (SDW), são considerados um dos critérios da consciência ou estar consciente (Damasio, 2010). Esta é uma característica importante, pois seria um demarcador do problema mente-corpo contemporâneo, por alguns (Churchland, 2005), e designado como a reformulação do problema mente-cérebro. Logo, o problema mente-cérebro contemporâneo é um nascedouro de questões empíricas sobre o cérebro, como neste caso, se indaga quais são as diferenças no cérebro entre estar acordado e estar em sono profundo, e quais dessas diferenças explicam estar consciente quando acordado e não estar consciente em sono profundo?

Para uma das hipóteses que são postas em movimento (SMH), os estados de consciência, como a vigília, estão associadas às imagens mentais do *self* e pressupõem a ativação de áreas como o tronco cerebral, o hipotálamo e o tálamo, os sistemas de neurotransmissores de projeção difusa (como as catecolaminas) e os mecanismos de regulação da vida associadas à vigília (Damasio, 2010). Desse modo, se presumir que o organismo deva ter tal disposição ou se exigir que o organismo esteja desempenhando tal estado, então se pode considerá-lo consciente se e somente se estiver em tal estado, ou seja, acordado e alerta. Contrariamente, os organismos não seriam considerados conscientes se em estado de sono profundo ou em um dos níveis mais profundos do coma (Damasio, 2010).

Contudo, podem haver casos que não são tão claros e que justificam a investigação empírica para os limites da consciência. Alguns casos ocorrem quando há um paciente em coma que não exibe ciclos SDW, seguido de doença epilética ou um acidente vascular/*stroke*, assim também quando há um paciente em estado vegetativo persistente (PVS) que exiba ciclos SDW, mas que seja não-responsivo à um estímulo externo, ou até alguém que esteja dormindo, mas que atinja o sono profundo e exiba diversos ciclos de ondas (Churchland, 1989; Churchland, 2005). Todos estes casos são considerados como modos de "estar não-consciente". Não obstante, inversamente, os casos considerados como "estar consciente" são associados à prestar atenção, evocar memórias explícitas, ver vermelho, recuperar o estado de "*sentience*" após anestesia ou crise epilética, se manter desperto mesmo com o uso de sedativos, como cetamina (LI & Vlisides, 2016),

ou alucinógenos, como Dimethyltryptamine (DMT) (Timmermann et al., 2019)[26]. Assim, estes são casos que exibem diferentes maneiras de "estar consciente" e incompatíveis com a versão popular da psicologia (Chuchland, 1989; Stich & Ravenscroft, 1994).

O fenômeno de Rivalidade Binocular (BR) (Logothetis et al., 1996) tem relação com o conceito de Consciência Transitiva (TrC) que refere aos estados conscientes em organismos conscientes de várias coisas. Em neuropsicologia experimental, BR e a atenção *top-down* têm sido interpeladas. Experimentalmente, se utilizam algumas ilusões visuais, nas quais, o estímulo físico e a percepção estão dissociados. A RB ocorre quando diferentes estímulos visuais são apresentados simultaneamente à cada olho e a percepção resultante do estímulo de um dos olhos é suprimida pela do outro olho. Ocorre que a imagem projetada para um olho domina, momentaneamente, a percepção.

Em estudo com fRMI (Logothetis et al., 1996), se sabe que, por poucos segundos, as imagens alternam, sendo que, a experiência da percepção flutua, mas o estímulo físico é constante. Os resultados mostram que, nos primeiros estágios do processamento visual, a retina e o núcleo geniculado lateral do tálamo (GLN), respondem aos estímulos de ambos os olhos, mas isso não ocorre na área V1 do estriado que responde às diferentes características de cada objeto. Na sequência, as áreas V 2 e V 3 (observadas em experimento adicional de distração, para não perceberem a rivalidade, de modo que, então, não foram verificadas ondas de atividade nas áreas V2 e V3, mas vistas só na V1, embora não correspondente) exibem diferença de padrões de atividade medidos via imagens e ondas cerebrais (assim, obtendo as taxas/tempos de disparo e as sincronias). Além disso, se observa alternância de atividade em áreas parietais e do PFC, mas

[26] Considerando o estado de vigília, segundo este critério, para estar consciente se exige que o organismo esteja neste estado (desperto e alerta) ao invés de só possuir a disposição de exercer, e não estar em estado de sono ou em estado vegetativo permanente. Entretanto, algumas drogas psicoativas sugerem anomalias (por exemplo, ayahuasca/DMT: após injeção de DMT, ondas cerebrais com ritmos de 2,4 e 7 Hz (Delta), típicas de estado de sono profundo (REM) e ondas Teta de tipo 2 hipocampais, típicas de sono/vigília (estados meditativos, sonolentos, hipnóticos ou adormecidos), no lobo temporal medial, foram aumentadas, inversamente, as ondas oscilatórias 8-30 Hz Alpha, típicas da vigília e com o alto desempenho de funcionamento psicológicos, dependente da ativação de receptores 5-HT2a (Serotonina), e Beta, comuns em estado de vigília e alerta, foram significativamente reduzidas. As análises comportamentais incluíram que os pacientes estavam em um estado de 'imersão' e os dados de reportabilidade dos subjetivos incluíram certos efeitos como alteração da visão, sinais somáticos, alteração do estado emocional e comprometimento da metacognição. Os autores consideram que o surgimento observado de ritmicidade teta/delta combinado com o 'colapso' característico da ritmicidade alfa/beta, sob efeito de DMT, pode estar relacionado ao mecanismo perceptivo pelo qual o cérebro muda do processamento de informações recebidas exogenamente para um estado em que o processamento é conduzido endogenamente, típicas do estado REM. Condizente à isso, há uma correlação positiva observada entre as avaliações dos participantes sobre a qualidade visual de suas experiências e aumentos no poder teta e delta, bem como diminuições no alfa (Timmermann et al.,2019, p. 8).

relacionadas aos mecanismos de retroalimentação (*feedback loop*), como na atenção *top-down*. Em conclusão, isso indica que a área V1 do estriado colabora no controle perceptivo na dissociação entre o estímulo e a resposta (Logothetis et al.,1996).

Sobre TC, há uma distinção importante a cogitar, com base nas noções de transitivo e intransitivo a respeito da consciência, sendo que, a primeira envolve algum objeto para o qual a consciência é direcionada (Rosenthal, 1993). Esta é uma propriedade ostensivamente relacional da consciência e pertence à criatura consciente, na medida em que, ela pensa sobre algum objeto. Isso é uma característica inseparável da consciência, pois a consciência seria sempre sobre alguma coisa. Se a criatura é consciente de uma sucessão de objetos, então ela possui a propriedade transitiva da consciência (Rosenthal, 1993).

Na seção 1, foi sugerido que uma das funções da consciência é um aumento de desempenho por parte do organismo em nível de coordenação social, pois os organismos comunicam os seus estados internos como as crenças, os desejos, as motivações, as percepções e as intenções que ocorrem sucessivamente e, assim, a coordenação social diz respeito à noção de fluxo da consciência (*Stream of Consciousness*) (Dennett, 1991).

A integração de informação envolve a noção de unidade da consciência. A integração foi referida (na seção 1) como uma função que possibilita formar uma representação unificada e densamente integrada da realidade. Na literatura neurofilosófica, a dita "Ligação Neural", ou "*Neural Binding*", é o contraponto neurocientífico do problema interdisciplinar chamado de "*Binding Problem*": ou seja, a dificuldade interdisciplinar de criar um modelo abrangente e verificável para a unidade da consciência (Crick & Koch, 2003). O termo "*Binding*" poderia se referir à integração de informações neurais altamente diversificadas, e originadas de muitas fontes, na formação de uma experiência coesa e unificada (Crick & Koch, 2003).

Nas hipóteses do "holofote" e das Oscilações 40 Hz (*searchlight hypothesis* e 40 Hz *Oscilations*), para Crick (Crick, 1984) e Crick e Koch (Crick & Koch, 2003), a ativação talâmica induziria uma sincronia oscilatória em assembleias do córtex sensorial, que teria papel de "ligação" (*binding*) de componentes do processo perceptual, gerando uma consciência perceptual unitária. A hipótese de ligação neural afirma que os sinais neurais são emparelhados por meio de oscilações sincronizadas da atividade neuronal que se combinam e se recombinam para permitir uma ampla variedade de respostas a

estímulos dependentes do contexto (Roskies, 1999; Treisman, 1999). Uma hipótese é que essas redes neurais dinâmicas sejam responsáveis pela flexibilidade e pela resposta diferenciada do cérebro às várias situações (Crick & Koch, 1992; Senkowski et al., 2008).

A difusão da informação e o processamento informacional mais global são alusivos aos estados de acesso e consciência fenomenal. O processamento modular da informação (MIP) pode ser modal ou multimodal, serial ou paralelo, e não-consciente. Inicialmente, a informação é processada em módulos especializados e encapsulados de acordo com a sua origem sensorial (Baars, et al., 2000; Dehaene, et al., 1998). Como um sistema de resposta comportamental, este sistema é instrumental, preocupado com a forma como o organismo deve interagir fisicamente com o mundo e realizar objetivos instrumentais, por exemplo, os *drivers* reguladores e as respostas de luta/fuga/congelamento. Funcionalmente, é preciso lembrar que esse MIP é serial, hierárquico, não-consciente e não controlado (Dehaene et al., 2006). Seguindo, o processamento passa a ser multimodal, interagindo muitos módulos de processamento. Se a informação é visual, então os sistemas integram as saídas informacionais de vários módulos especializados que são processados paralelamente, contudo, esse processamento é subliminal e inatencional (Dehaene et al., 2006). Novamente, se pensar em um sistema de resposta comportamental, então o sistema músculo-esquelético é um exemplo. Contudo, esses sistemas instrumentais competem entre si e podem entrar em conflito (Morsella, 2005). Devido a isso, a "Teoria da Interação Supramodular" (SIT) de Ezequiel Morsella (Morsella 2005) ainda postula um nível adicional, chamado de supramodular, que tem a função de resolver os conflitos entre os sistemas e gerar uma ação adaptativa.

A consciência de acesso ou os estados de acesso à consciência significam que os estados que podem ser conscientes, em um sentido de acesso, são aparentemente bem diferentes que os estados qualitativos e fenomenais, pois têm mais a ver com as funções cognitivas (Van Gulick, 2014). Em resumo, a consciência de acesso refere aos estados conscientes que podem ser relatados em virtude das funções cognitivas de alto nível, como a memória de trabalho, a atenção e a tomada de decisão (Cohen & Dennett, 2011). Diferentemente na consciência fenomenal, tais estados qualitativos são referidos como propriedades fenomenais que estão emaranhados às estruturas gerais das experiências conscientes e envolvem muito mais do que o *qualia* sensorial. Este é o aspecto mais inusitado da experiência consciente e o conceito de mente como experiência consciente e

de um estado mental como um estado mental conscientemente experimentado (Chalmers, 1996).

Um campo crítico de pesquisa acerca da consciência de acesso e fenomenal e a cognição, tem sido o confronto entre os modelos cognitivistas acerca da dissociação singular (Dehaene et al., 1998) e dupla (Lamme, 2006), entre a atenção seletiva e a consciência, tópico que é tocado na seção seguinte, sobre os modelos particulares de consciência, especificamente, os modelos cognitivistas, e na última seção, quando se interpela a relação entre a atenção seletiva e a consciência. Uma razão, consagrada na literatura filosófica, que baseia as teorias dissociativas é a ideia que os modelos cognitivistas, que associam a consciência com o acesso e a cognição, não podem explicar a riqueza, a complexidade e a diversidade da estrutura fenomenal e do caráter qualitativo dos estados conscientes, pois tais estados "excederiam o acesso" (Block, 2011). Em outras palavras, um organismo que detém tais estados possui algo além daquilo que pode ser capturado por mecanismos cognitivos e pelas estruturas neurais subjacentes (especialmente, as áreas fronto-parietais) e têm limites estritos (Block, 2011). Assim, sendo, a atenção *top-down*, a memória de trabalho, a metacognição e muitos outros processos têm limites de capacidade bem estabelecidos (Block, 2011).

Não obstante, ao argumentar que as abordagens cognitivistas da consciência não tratam só do "*easy problem*" quando consideram a consciência no seu aspecto funcional, mas que esgotam todos os aspectos relevantes da consciência, sem aceitar necessariamente as características qualitativas, Cohen e Dennett (Cohen & Dennett, 2011), não partem do paradigma divisório de Chalmers (Chalmers, 1996) e afirmam que a divisão entre os estados de acesso e fenomenal não ocorre. Para Cohen e Dennett (Cohen & Dennett, 2011) é impossível demonstrar que a cognição e as funções da consciência são separadas da experiência, pois os experimentos[27] que são considerados como provas por defensores das explicações de primeira-ordem (*first-order theories*), como Block (Block, 1995), são baseados no pressuposto da divisão *hard/easy problems* de Chalmers (Chalmers, 1996). Assim, esta concepção dissociativa rompe a ligação da consciência

[27] O debate entre os modelos de dissociação singular e dupla sobre o alcance e as limitações do acesso cognitivo em relação à consciência fenomenal, tiveram enfoque sobre as capacidades da atenção *top-down* e da memória de trabalho, de um lado, e a memória sensorial icônica e a percepção (*Fragile visual short-term memory*) de outro lado. Tais estudos foram conduzidos a partir de paradigmas experimentais usuais na área de pesquisa como "*Sperling Experiment*" (Kouider et al., 2010) e "*The Basic Amsterdam Paradigm*" (Vandenbrouke et al., 2011) para estudar certos fenômenos como *Change Blindness, Inattentional Blindness, Attentional Prior Entry, Inattentional inflation, Generic Illusion Redux* dentre outros.

com as funções cognitivas, por meio das quais a consciência é estudada (Cohen & Dennett, 2011).

4.2. Modalidades de Consciência

Na literatura no campo dos "Estudos da Consciência", há muitas "Modalidades de Consciência" que são objeto de investigação, como a Consciência da Percepção[28], Corporal, Voluntária[29], Representacional, Autoconsciência[30] e a Consciência em Animais Não-Humanos. Contudo, o intento desta subseção não é discorrer sobre cada uma delas e

[28] A Consciência da Percepção é um nível de consciência elementar e foi chamada pelos neurocientistas também de consciência básica (Crick, & Koch, 1992, p. 153; Edelman, 2003, p. 5520). Ela é dirigida à um objeto ou processo no ambiente do animal que é foco de percepção/ação. Tal campo envolveu estudos sobre rivalidade binocular e *blindsight* e correspondeu às áreas visuais primárias e secundárias e projeções tálamo-corticais (Ver: Crick, 1984; Logothetis et al.,1996).

[29] A Consciência Voluntária tem relação com o controle cognitivo e a capacidade de tomar decisões conscientemente e acompanhar a execução das ações (Lau & Rosenthal, 2011; Bor & Seth, 2012; Bilder, 2012). Consciência Voluntária refere ao grau de consciência em relação ao planejamento e execução de ações (tomada de decisão), como abordado na seção 1 do capítulo 1. As decisões sobre as ações têm relação com os processos automáticos e motivacionais que implica o engajamento de recursos cognitivos (atenção *top-down/botton-up*). A tomada de decisão não sendo completamente deliberada evidencia a relação do processamento informacional perceptivo externo/interno e o controle executivo (Posner, 1994; Ohman, 2005; Seth 2014).

[30] Sobre a Autoconsciência cabe uma nota explicativa em relação a como esta modalidade é abordada na literatura de "Estudos da Consciência". Antes disso, é importante notar que esta não é a posição de acordo com a perspectiva da hipótese de trabalho, mas somente uma consideração geral de "*self*" a partir de alguns modelos explicativos. A dificuldade em definir o que é autoconsciência, talvez, seja porque essa é a forma ou grau mais complexo de consciência. Isso pode parecer parcial ou tendencioso, pois além da dificuldade de definir devido à complexidade, enquanto objeto de pesquisa, há uma coleção de modelos explicativos sobre autoconsciência e há a necessidade que um recorte seja relevante. Com efeito, a complexidade da consciência de si se deve porque ela abrange um amplo espectro da vida mental do sujeito incluindo as experiências conscientes histórico-culturais (Gallagher & Zahavi, 2012, p. 110), que são linguisticamente construídas (Damasio & Damasio, 1992, p. 92), para expressar o organismo enquanto uma unidade (Chalmers, 1996, p. 309; Churchland, 1994, p. 213-4). Isso implica ainda um problema adicional, a saber, o problema do *binding* informacional das múltiplas experiências em uma unidade, a comunicação em primeira pessoa, a auto-referência simbólica e uma referência à esta unidade (*self-schema*). Isso requer esquemas das emoções, recuperação de memórias declarativas, sentimentos de origem perceptual interno/externo e a participação de redes de cognição-linguagem (ver: Baars, 1993; Ledoux & Brown, 2017; Dennett, 2017; Damasio, 2018). A modalidade da autoconsciência é abordada neste trabalho não como parte da definição de consciência como mecanismo de recodificação de informação simbólica (a hipótese de trabalho), contudo é vista como um novo grau da capacidade consciente possibilitado pela co-evolução entre linguagem e consciência que é discorrida na seção 4 do capítulo 3.

sim sobre aquelas que são, majoritariamente, tematizadas aqui, a saber, a consciência animal, emocional e a representacional[31].

A "Consciência Animal" é referida como a qualidade ou estado de consciência dentro de um organismo animal não-humano, que pode ter origem externa ou interna (Wu, 2018). Não obstante, nos animais humanos, a consciência foi definida como senciência, consciência, subjetividade, *qualia*, a capacidade de experimentar ou sentir, vigília, ter um senso de individualidade e o sistema de controle executivo da mente (Van Gulick, 2014). Em contrapartida, muitos filósofos acreditam que existe uma intuição subjacente amplamente compartilhada sobre o que é a consciência (Searle, 1990a). Apesar da dificuldade na definição, há algo relevante concernente à consciência em animais humanos que poderia ser algo compartilhado com outras espécies?

Exclusivamente ao tópico da "Consciência Animal", Edelman e Seth (Edelman & Seth, 2009) ofereceram uma abordagem interdisciplinar chamada de "Estrutura Sintática", para enfrentar os desafios de explicar a consciência animal. Para basear este modelo, Seth e Edelman (Edelman & Seth, 2009) aproximam um referencial (*benchmark*) em animais não-humanos invertebrados, (*O. vulgaris*), vertebrados (*Africa Grey Parrots*), mamíferos (*Rhesus Monkeys*) e em animais humanos (Edelman & Seth, 2009). Muitas indagações emergem sobre quais animais não-humanos poderiam ter consciência ou, ao menos, algum resquício dela. Um exemplo recente indagou a possibilidade de consciência em cefalópodes. Para a "Metodologia Sintética" (Edelman & Seth, 2009), apesar de considerar que o sistema nervoso invertebrado é neuroanatomicamente distante da linha vertebrada, haveriam proximidades funcionais em relação aos seus lobos, que são similares ao prosencéfalo de vertebrados, e o seu repertório comportamental diversificado, a memória e a atenção sofisticadas. Talvez, uma variável seja que os dois sistemas possuam os mesmos neurotransmissores e neurodinâmica, isto é, o mecanismo da potenciação de longa duração dos campos glutamatérgicos (Edelman & Seth, 2009).

No que diz respeito às aves, Edelman e Seth (Edelman & Seth, 2009) conjecturam acerca da performance cognitiva (Macphail, 1995), a capacidade do trato vocal para produzir vocalizações, a funcionalidade aproximada com o sistema tálamo-cortical em

[31] Isso não significa que não há menções acerca das consciências voluntária, perceptual e, principalmente, a autoconsciência, no entanto, como a hipótese apresentada neste trabalho tem um viés evolucionário, ela pressupõe a consciência das emoções, de alta-ordem e em animais não-humanos para avançar sobre a co-evolução entre a consciência e a linguagem que são discutidas na parte 2 e capítulo 2, subseções 2 a 6.

mamíferos e as similaridades entre os padrões de EEG em vigília e sono (Edelman & Seth, 2009). O referencial mamífero (*mammal benchmark*) destaca o papel da área IT (Ínfero-Temporal) para a consciência visual e atividade sincronizada distribuída como *benchmark* comparativo, por exemplo, como na pesquisa conduzida por Logothetis (Logothetis, 1998) correspondendo à BR e a consciência primária em *Rhesus Monkeys* evidenciando o papel da área IT para o reconhecimento de objetos, aprendizagem perceptiva e em resposta à apresentação de padrões complexos de estímulos visuais duplos (Logotheis, 1998).

No que diz respeito ao referencial humano, Edelman e Seth (Edelman & Seth, 2009) propõem que o modelo sintético deva levar em conta critérios comportamentais, cognitivos e neurofisiológicos[32], assim: (1) pelo menos algumas dessas propriedades ocorram de forma confiável tanto em animais humanos quanto em animais não-humanos (por exemplo, a integração e a diferenciação da cena visual); (2) as áreas do cérebro humano responsáveis pela consciência podem ser vistas como integradas com as áreas responsáveis pelo relato preciso da experiência fenomenal (contudo, isso pode não ocorrer em caso de consciência primária em animais); (3) as evidências neurais que podem ser correlacionadas com as propriedades fenomenais da consciência devem, além disso, explicar essas propriedades (não se trata da correlação neural por si, mas a correlação explicativa entre os estados neurais e fenomenais). Os autores (Edelman & Seth, 2009) concluem que animais não-humanos poderiam ter uma forma de consciência primária, que funciona integrando os eventos perceptivos e motores junto com a memória para construir uma cena multimodal no presente, e ao articular com as memórias de longa duração e o aprendizado, eles podem prever as situações imediatas e resolver os problemas enfrentados no ambiente recrutando as áreas subcorticais, corticais sensoriais e motoras (Edelman & Seth, 2009). No entanto, taxonomicamente, isso difere da consciência de alta-ordem, exclusiva em animais humanos, que funciona possibilitando comunicar semanticamente os eventos presentes categorizados conceitualmente em

[32]Os autores (Edelman & Seth, 2009, p. 475) conduzem dois experimentos, primeiro, (a) tarefa de discriminação com o participante *African grey parrot*, segundo, (b) tarefa de resposta a presença de alimento com *O. vulgari* com a finalidade de investigar se certas propriedades estão presentes. Estes são os resultados presentes em cada tarefa: (a) sinalização reentrante tálamo-córtex; (a & b) funcionalidade análogo em sinais de EEG rápidos, irregulares e de baixa amplitude; (a) atividade elétrica distribuída no córtex; (b) e em estruturas funcionalmente análogas; (a) formas relevantes de relato que incluem vocalizações no caso de papagaios cinzentos africanos; (b) ou coloração e padrões corporais no caso de cefalópodes.

narrativas complexas mantida por áreas frontais, parietais e temporais (Edelman, 1992; Edelman & Seth, 2009)[33].

O segundo tipo de consciência discutido aqui é a "Consciência Corporal". A Consciência Corporal envolve a percepção dos estados corporais (*feedback* no modo de imagens), que sustentam uma representação sobre como o organismo sente a homeostase mantida por sistemas límbicos centrados na amígdala, hipocampo, ínsula e as áreas frontais (Damasio 1994; Ledoux, 1991; Ledoux, 2012). A função da consciência corporal é permitir que o organismo crie uma noção de "eu corporal" unitário e distinto dos demais organismos, ou seja, a noção que aquele corpo pertence a ele como parte do seu todo (Damasio, 2010). Tal mecanismo de *feedback* corpo-cérebro é cíclico e participa da geração de estados do corpo (como sensações ou sentimentos de fundo), neste sentido, das emoções primárias e dos sentimentos que estão correlacionados às projeções do ACC ao sistema límbico, tálamo e gânglio basal em mamíferos (Posner, 1994). Ora, esse ciclo "*feedback loop*" foi abordado por Damasio (Damasio, 1994, Damasio, 1996) e mencionado nas seções sobre as expressões emocionais e sobre o modelo postulado por ele (SMH). Para não repetir o que já foi escrito, se pode salientar somente que se assumir que a consciência corporal implica uma representação dos estados do corpo no cérebro e uma representação atualizada, especificamente, enquanto um *feeling* que pode ser conceituado por um "*self*" integrado ao corpo-cérebro, e ainda que este ciclo funcional tem como um dos suportes neurais o sistema límbico[34], então se questiona se outras espécies não possuem tal tipo de consciência iniciando o seu percurso na evolução dos répteis (Boly et al., 2013).

---

[33] No entanto, no que respeita ao tópico consciência animal e a introspecção, há um grande problema metodológico no tocante a reportabilidade. Dito diretamente, a dúvida é como evitar que a interpretação do experimentador compare os seus estados mentais com os presumidos estados mentais dos não-humanos a partir da observação do comportamento para conferir ou não consciência primária? Como distinguir os correlatos neurais dos relatos precisos daqueles de consciência primária? O referencial humano requer, além das medidas de atividade cerebral de participantes performando tarefa cognitiva, relatos desses sujeitos, sobre os quais, os conteúdos conscientes estão experienciando (Frith, 2019, p. 551). Como isso não pode ser feito em pesquisa sobre a consciência animal, se necessita de um recurso metodológico adicional que permite inferir que tipo de experiências conscientes nesses animais se correlacionam com os mesmos tipos de atividade neural com os quais eles se relacionam em animais humanos. Claro que os pesquisadores (Edelman & Seth, 2009) tinham esta preocupação, mas subjaz questões se os animas humanos possuem (conservaram) a consciência animal primária como os animais não-humanos? É a consciência primária diferente em grau da consciência de alta-ordem ou são de tipos? Se a consciência primária e de alta-ordem não diferem em grau, então são de tipos distintos e teriam diferenças qualitativas como possuindo algum tipo de dispositivo distinto?

[34] Em animais humanos, os córtices somatossensoriais tem participação crítica (ver: Bear et al., 2014, p. 426).

A "Consciência Representacional" corresponde às representações de alta-ordem (*High-order Representation*-HOR) (Lau & Rosenthal, 2011), que operam sobre os sinais de primeira-ordem (*First-order Representaion*-FOR) (Block, 2011) e são definidas como os grupos de sinais que constituem as categorias sobre as representações, que referem aos objetos da percepção propriamente ditos e são mantidas por áreas de associação e por áreas frontais. Para as Teorias de Alta-Ordem (*High-Order Theories*-HOTs), então uma HOR não refere ao objeto que possui a característica de possuir a cor amarela, por exemplo, mas à categoria de coisas amarelas, cuja codificação, não é mais primária, modal e localizada, mas seria paralela e distribuída (Rosenthal, 1986; Brown et al., 2019). Em outras palavras, esta é uma modalidade de consciência que atua sobre os sinais cerebrais, que referem aos outros sinais cerebrais que processam as informações relativas à entrada sensorial, por exemplo, ao processamento visual (Weiskrantz, 1996). Desse modo, há sinais neurais que representam diretamente o que é representado por outros sinais prévios, mas que não correspondem aquilo que é objeto da FOR de acordo com características da percepção (conjunto de coisas que possuem a cor amarela) ou pragmáticas (as relações causais) (Weiskrantz, 1996; Rosenthal, 1996; Carruters, 2017).

O contraponto neuronal desta representação tem sido atribuído ao córtex associativo, que processa a informação sobre as áreas visuais primárias (V1) produzindo uma representação mais generalizada e explícita ou também "*Commentary Key Paradigm*" (Weiskrantz, 1998). Tal função pode ter haver com os ciclos de processamento informacional entre as áreas de associação e o neocórtex com projeções *forward* e *backward*, primeiro, das áreas parietais e temporais para o PFC e, segundo, das áreas frontais para a parte posterior do cérebro com o córtex estriatal e extraestriatal (Pereira Jr, 2018). Tais ciclos se relacionam com o processamento informacional consciente como na orientação para cumprir objetivos em tarefas e a orientação da atenção *top-down* (Posner, 1994).

Seção 5

Uma Miríade de Modelos da Consciência

Embora existam muitos modelos da consciência, nesta seção, o objetivo não é expor a totalidade de modelos e teorias de ordem metafísica/ontológica gerais, como as abordagens dualistas e monistas da consciência, mas focar em alguns modelos específicos básicos: as teorias de ordem superior, as teorias cognitivas, as teorias neurais e as teorias de integração da informação. Tais modelos não são mutuamente exclusivos e auto-refutáveis, mas apresentam ensaios e tentativas de aproximação colaborativa, por exemplo, como os modelos cognitivos (Baars et al., 2000; Baars et al., 2021) e de integração de informação (Edelman et al., 2011) e os modelos neuronais (Crick & Koch, 2003), pois também se propõem um substrato neural para os processos cognitivos (Dehaene & Changeaux, 2011) e de integração da informação relevantes (Tononi & Edelman, 1998;; Tononi & Koch, 2015). Ainda na mesma seção, mas na segunda parte, a ênfase será em como os modelos que servem de apoio explicativo para este trabalho, a saber, os modelos cognitivistas, neuronais e de alta-ordem, interagem entre si.

5.1. Modelos de Integração da Informação

A integração de informações de muitas fontes é uma característica importante da consciência e é frequentemente mencionado como uma de suas principais funções e refere ao problema da ligação (*Binding Problem*). Aqui nesta subseção, se alude à Teoria de Integração da Informação (IIT) trabalhada por Giulio Tononi (Tononi, 2004) e Christof Koch (Koch, 2009; Koch, 2018). A propósito, a capacidade do cérebro de integrar as informações processadas em diversas e muitas fontes tem sido associada à consciência, como uma característica intrínseca a ela, e tem sido citada como uma das principais funções da consciência em relação à tomada de decisão e à concepção unificadora do organismo, como o sujeito de uma experiência (Dehaene & Naccache, 2001; Ledoux, 2019).

A integração de conteúdos possui um papel explicativo importante em várias teorias, como no Espaço de Trabalho Global de Baars (GMW) (Baars et al., 2000) e na GNW de Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1998). Contudo, a proposta de Tononi (TONONI, 2004) tem um viés mais funcionalista, indo além da identificação da consciência com a integração da informação e na direção de afirmar que a integração da

informação do tipo relevante é necessária e suficiente para a consciência, independentemente do substrato em que ela é realizada (independente da base neural ou biológica). De acordo com a IIT do modelo de Tononi (Tononi, 2004), a consciência é uma propriedade puramente teórica do processamento informacional dos sistemas, podendo ser mensurada matematicamente, com um valor oriundo das partes informacionais de um sistema e com um valor informacional que reside na organização global do sistema, muito além das suas partes (Tononi, 2004). Logo, o autor sugere que a organização global do sistema corresponde ao grau de integração informacional do sistema (Tononi, 2004). Assim, um sistema pode abrigar uma organização informacional complexa justaposta e o complexo com o maior valor (ϕ) informacional integrado será consciente (Tononi, 2004).

A pesquisa de Koch (Crick & Koch, 2003; Koch, 2009; Koch, 2017; Koch, 2018) é uma busca pelos correlatos neurais da consciência (NCC). Koch (Crick & Koch, 2003) definiu NCC como os eventos neurais mínimos necessários para uma experiência consciente e se ocuparam do "*Hard Problem* dos *Qualia*" ("*the redness of red, the painfulness of pain and so on*") (Crick & Koch, 2003). Neste tempo, a abordagem recaiu sobre a consciência da percepção visual enquanto a experiência subjetiva do mundo externo mediada pelo sistema visual. Na perspectiva de Koch (Koch, 2017) os termos "*awareness*" e "*consciousness*" são intercambiáveis, sendo a primeira, uma modalidade da segunda. Vale ressaltar que é uma pesquisa sore a consciência específica no que tange ao conteúdo da consciência. A consciência da percepção e a consciência são como descrições interconectadas dos mesmos fenômenos subjetivos em humanos, sendo a última mais ampla (neste sentido, a consciência genérica). A consciência visual é individualizada por seu conteúdo subjetivo, que normalmente representa a presença e as qualidades (por exemplo, cor, movimento e assim por diante) e as identidades de objetos no ambiente. Um bom exemplo de NCC proposto foi a área IT em experimentos com a BR, já tematizados neste trabalho na subseção que falou sobre a consciência transitiva (Koch, 2017).

Falando brevemente, o conjunto mínimo de neurônios associados de um grupo/rede ativada e que dá suporte, ao menos, para um detalhe da experiência consciente, podem ser ativados e executados para diversas modalidades de consciência e design experimentais, neste caso, a BR (Koch, 2017). A interpretação, que a BR produz uma alternância na percepção consciente para as imagens rivais e que a atividade neural no IT

pode ser um correlato neural dessa percepção consciente, é baseada em dois achados (KOCH, 2009): (1) na condição rivalidade, considerando que o participante com óculos especiais vê, ora uma face ora uma casa alternadamente, e tem a atividade neural registrada por fMRI, se nota atividade temporal correlacionando faces com a área fusiforme de faces (FFA) e a área parahipocampal de lugar (PPA) para lugares e casas; (2) na condição não-rivalidade, os estímulos "casa" e "face" eram aplicáveis alternadamente para um olho e as respostas nas áreas FFA e PPA são consistentes com uma apresentação de estímulos face ou casa (Koch, 2009)[35].

Por fim, vale destacar que a abordagem IIT de Koch (Koch, 2009) se mostra bem mais amarrada ao cérebro que a versão de Tononi (Tononi, 2004). De fato, Koch (Koch, 2009) defende que a consciência não requer a entrada de informação sensorial e nem a saída motora, que a consciência não requer autoconsciência, reflexão, introspecção ou linguagem, embora todas essas capacidades enriqueçam profundamente a consciência e que a consciência e a atenção seletiva podem ser dissociadas. Contudo, os NCC requerem atividade extensa, mas seletiva, no sistema tálamo-cortical, que ele chama de "*posterior hot zones*", sobretudo, nas áreas de associação apoiada por sistemas capacitadores satélites no tálamo central (núcleo intralaminar -ILN), mesencéfalo (sistema de ativação reticular ascendente-SARA) e núcleos no tronco encefálico (Koch, 2009)[36].

5.1.1. Aparte sobre a Síndrome do Encarceramento (*Locked-in Syndrome*) e IIT

Recentemente, a ITT sofreu uma dura crítica em um manifesto assinado por pesquisadores de diversas áreas, atacando, principalmente, o seu status empírico e rotulando a ITT como "pseudocientífica" (Fleming et al., 2023). Em geral, a ITT é um modelo que não possui base empírica que suficientemente sustentariam os seus enunciados e que é difícil de ser modelado experimentalmente (Lenharo, 2023). Não obstante, uma evidência adicional que poderia ser levada em conta para fortalecer essa

[35] Em estudo de Crick e colegas (Crick et al., 2004) chegaram a resultados parecidos para participantes que viram figuras de "golfinhos" e "faces" humanas. Em outra fase do experimento, os participantes foram solicitados para imaginarem as figuras de golfinhos e faces humanas sem a exibição de imagens quando um estimulo sonoro era desencadeado. Os achados revelaram que os neurônios do córtex enterrorinal respondiam à mentalização da figura de golfinho mais intensamente que pela exibição da imagem (Crick et al., 2004).

[36] Estas são as regiões parietal, occipital e temporal na parte posterior do córtex (Koch, 2018, p. s10).

base neurocientífica para a versão ITT de Koch (Koch, 2009) são alguns modelos existentes como a "Síndrome do Encarceramento" (*Locked-in Syndrome*-LIS), que é uma condição que o paciente está consciente, mas não consegue se mover ou se comunicar verbalmente devido à paralisia completa de quase todos os músculos voluntários do corpo, exceto os movimentos verticais dos olhos e o piscar (Nordgren et al., 1971). Nessa condição, um paciente estaria consciente e com o funcionamento cognitivo neurotipicamente suficiente para ser capaz de se comunicar com os movimentos oculares (normalmente, os movimentos presentes nos olhos são o piscar e movimentos oculares verticais "*bobbing*"), não obstante, na "Síndrome do Encarceramento Completo" (*Completely Locked-in State*-CLIS), os olhos também ficam paralisados (Bauer et al., 1979)[37]. Além disso, a síndrome se manifesta por tetraplegia, paralisia dos nervos cranianos inferiores e mutismo com preservação apenas do olhar vertical e do movimento da pálpebra superior, devido à lesão do trato córtico-espinhal na parte ventral da ponte (*brainstem*) (Patterson & Grabois, 1986). A consciência permanece intacta e o paciente é capaz de se comunicar de forma inteligível, piscando os olhos (Patterson & Grabois, 1986).

A questão central é a ligação de LIS com a consciência. No entanto, é preciso especificar esse sentido da ligação. A LIS descreve pacientes que estão acordados e conscientes, mas seletivamente diferenciados no sentido de não poderem produzir a fala e movimentos dos membros e da face devido às lesões ventrais agudas na ponte (Laureys et al., 2005). Desse modo, os pacientes com essas lesões no tronco cerebral, algumas vezes, permanecem em coma por alguns dias ou semanas, necessitando de respiração artificial e depois acordam gradualmente, mas permanecem paralisados e sem comunicação, assemelhando-se superficialmente a pacientes em estado vegetativo ou mutismo acinético (Laureys et al., 2005). Na LIS, a comunicação pode ser codificada pelos olhos e isso pode ser insatisfatório para determinar uma avaliação precisa do funcionamento cognitivo e emocional que é muito limitada, porque a vigilância é flutuante e os movimentos oculares podem ser inconsistentes e muito restritos. Um agravamento disso é que, na prática clínica, os testes neuropsicológicos empregados para

[37] Há ainda uma terceira categoria. Nesta categorização, a síndrome é subdividida em: (1) a LiS clássica que caracterizada por imobilidade total, exceto movimentos oculares verticais ou piscar; (2) a LiS incompleta que permite resquícios de movimentos voluntários, como movimentos de cabeça ou dedos; e (3) a LiS total que é uma imobilidade completa incluindo todos os movimentos oculares (Bruno et al., 2016).

avaliar o funcionamento cognitivo necessitam classicamente de respostas verbais ou escritas. Desse modo, devido à gravidade dos déficits motores e verbais, não há avaliação neuropsicológica sistemática em pacientes com LIS (Laureys et al., 2005).

No entanto, há alternativas atuais com interface cérebro e máquina que podem ajudar a coletar dados dos pacientes (Bruno et al., 2016). A maioria dos relatos de casos, no entanto, não demonstrou qualquer comprometimento cognitivo significativo quando os pacientes com LIS foram testados 1 ano ou mais após o dano ao tronco cerebral, realizando testes neuropsicológicos extensos em pacientes com LIS estudados 2 e 3 anos após a trombose da artéria basilar (Allain et al., 1995). Em outro estudo (New & Thomas, 2005), os pesquisadores avaliaram o funcionamento cognitivo em um paciente com LIS, 6 meses após a oclusão da artéria basilar, e observaram uma redução significativa na velocidade de processamento, comprometimento moderado da organização perceptiva e das habilidades executivas, dificuldades leves de atenção, concentração e novo aprendizado de informações verbais. Curiosamente, eles observaram posteriormente uma melhora progressiva na maioria das áreas do funcionamento cognitivo até mais de 2 anos após o acidente vascular cerebral. Contudo, outro estudo (Pistoia et al., 2010) relatou que os pacientes com LIS eram significativamente menos precisos do que os controles saudáveis no reconhecimento de expressões faciais emocionais negativas e tendiam a confundir emoções negativas entre si.

Ainda sobre a função cerebral e LIS, em artigo seminal, Patterson e Grabois (Patterson & Grabois, 1986) relataram achados normais de EEG em 39 (45%) e anormais (principalmente desaceleração nos canais temporais ou frontais ou desaceleração mais difusa) em 48 (55%) pacientes, de 87 pacientes revisados. Todavia, um estudo adicional (Jacome E Morilla-Pastor, 1990) relatou três casos de pacientes com acidentes vasculares cerebrais agudos e LIS tinha registros repetidos de EEG que exibiam um padrão de "coma alfa", incluindo um ritmo alfa não reativo a estímulos multimodais. Posteriormente, outro estudo (Gluting et al., 1996) confirma dado EEG, não reativo para LIS, o que indica que falta de reatividade alfa não é um dado sólido de perda da consciência capaz de distinguir os pacientes LIS daqueles em coma, devido a uma lesão no tronco cerebral.

Complementarmente, as pesquisas a respeito dos potenciais relacionados a eventos (ERPs) cognitivos em pacientes com LIS podem ser úteis para o diagnóstico diferencial de lesões do tronco cerebral (Onofrj et al., 1997) e, também, puderam

documentar a consciência no LIS completo, devido à esclerose lateral amiotrófica em estágio terminal (Kotchoubey et al., 2003) e síndrome de Guillain-Barré fulminante (Ragazzoni et al., 2000). Nessa perspectiva, Lauveys e colegas (Laureys et al. 2004) apresentaram resultados que os ERPs em pacientes com LIS, evocada apenas quando o próprio nome do paciente era pronunciado (não para outros nomes), era correlacionada à onda P300, mesmo que o mesmo componente positivo tenha sido registrado em respostas evocadas em pacientes com estados de consciência mínimo. Assim também, em uma variação experimental, aplicando um paradigma ERPs ativo, em um caso de uma paciente com LIS completo em que era irresponsiva, recebeu uma lista de sequências de nomes e foi instruída a contar a ocorrência de seu próprio nome (Schnakers et al., 2009). A resposta P300 evocada para o próprio nome contado voluntariamente foi maior do que durante a escuta passiva, sugerindo que a paciente estava consciente (Schnakers et al., 2009). Por fim, um estudo (Casali et al., 2013) que a Estimulação Magnética Transcraniana (TMS) e EEG de alta densidade foram aplicados para avaliar a conectividade cerebral de pacientes com LIS, mostraram que as respostas evocadas que não eram significativamente diferentes das dos indivíduos de controlo neurotípicos.

A função cerebral de LIS também foi objeto de pesquisa aplicando a ressonância magnética funcional (fMRI), para mostrar que os padrões de conectividade de rede no modo padrão (DMN) em pacientes com LIS não são significativamente diferentes dos controles neurotípicos, sugerindo uma conectividade preservada em estado de repouso no LIS (Vanhaudenhuyse et al., 2010). Seguindo essa linha investigativa, os pacientes com LIS completa não parecem diferir dos indivíduos neurotípicos quando realizam o paradigma ativo de fMRI, ou seja, por exemplo, quando lhes é solicitado para imaginar que estão jogando tênis (Boly et al., 2007).

Por fim, usando Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), estudos (Thibaut et al., 2012) revelaram que nenhuma área cortical supratentorial, que compreende o telencéfalo, os ventrículos, o plexo coroide, o hipotálamo, a glândula pineal, a hipófise, o nervo óptico e assim por diante, apresentaram o metabolismo significativamente menor em pacientes com LIS completa quando comparados aos pacientes controle neurotípicos da mesma idade. A conclusão é que, considerando a falta de evidências que há significativa redução de sinais metabólicos de função em áreas supratentoriais, fortalece os resultados de conjuntos de pesquisa de casos de pacientes com LIS, apesar de confirmarem a sofrem a des-eferenciação motora (Thibaut et al., 2012).

Como mencionado alguns parágrafos acima (Laureys et al., 2005), os prognósticos de pacientes com LIS são de danos motores difíceis de reparar, mas de manutenção da atividade cognitiva e níveis de consciência elevados (Bruno et al., 2016). Por um lado, há especificidades relativas à cada tipo de LIS que complicam as avaliações no sentido geral, por exemplo, é relatado que há hiperatividade significativa observada na amígdala bilateral de pacientes com LIS aguda, mas não crônica (Laureys et al., 2005). Por outro lado, é preciso considerar a ausência de diminuição da atividade neural nas regiões corticais que dão suporte à muitas funções cognitivas (Thibaut et al., 2012), juntamente com o aumento da atividade na amígdala em pacientes com LIS aguda e não comunicativa (Laureys et al., 2005), para ter uma ideia aproximada do que seria ter uma consciência intacta e afeto, mas estar aprisionado em um corpo imóvel. Talvez, isso ilustre uma vida experienciando o stress e a angústia impostos por uma limitação.

5.2. Modelos de Alta-ordem

As Teorias de Ordem-Superior (HOTs) analisam a noção de um estado mental consciente em termos de autoconsciência meta-mental reflexiva (Van Gulick, 2014). Nesta subseção, a referência é sobre os trabalhos de Peter Carruthers (Carruters, 2000; Carruters, 2017) e David Rosenthal (Rosenthal, 1986; Lau & Rosenthal, 2011). De modo geral, o proponente da HOT está comprometido com a tese elementar, que o que faz de um estado mental *M* um estado mental consciente M_C é o estado mental *M* ser acompanhado por um estado simultâneo e não inferencial de ordem superior (dito meta-mental), na qual, o conteúdo representa o estado mental *M*, ou seja, se um organismo possui o estado mental M_C de ver um objeto *X*, então isso envolve estar em dois estados mentais, isto é, se deve possuir uma representação de primeira-ordem (o estado mental *M*) acerca da percepção do objeto *X* e também um estado de ordem-superior cujo conteúdo agora é que se está vendo exatamente esse objeto. Desse modo, o estado mental *M* será não-consciente, porque falta o estado relevante de ordem superior M_C (um tipo de consciência reflexiva) sobre os primeiros (Rosenthal, 1986). Além do mais, as HOTs

consideram o estado de ordem superior necessário como um meta-estado de pensamento assertórico (ROSENTHAL, 1986)[38].

A HOT procura explicar os modos meta-mentais de consciência, no entanto também toca em outro problema, que é o caráter qualitativo ("*mental quality*") da experiência perceptual consciente, isto é, os tipos mais subjetivos e qualitativos (Lau & Rosenthal, 2011). A estratégia da HOT, ao analisar os *qualia*, ao nível de representação de uma HOR, é para determinar o caráter qualitativo da experiência perceptual consciente (Lau & Rosenthal, 2011). Além do mais, parece não ser um problema admitir que há *qualias* não-conscientes se pensar que as características mentais capazes de ocorrer não-conscientemente podem ser explicadas como propriedades de estados internos, cujas relações de similaridade estruturadas deram origem às crenças sobre as similaridades objetivas no mundo e se assumir um potencial papel funcional no organismo, ou quem sabe, afirmar que não precisa haver nada como estar em um estado do tipo "*what-it's-likeness"* (Lau & Rosenthal, 2011). Todavia, acima de tudo, se deve realçar que a correspondência entre o conteúdo da percepção só ocorre quando se torna consciente de uma FOR e das suas propriedades qualitativas em um meta-estado apropriado direcionado a ele (neste caso, uma HOR) (Lau & Rosenthal, 2011).

Críticos da HOT referem à questão-chave se a introspecção capta a natureza das experiências fenomenalmente conscientes. Block (Block,1995; Block, 2011) argumentou que a introspecção revela apenas os aspectos da consciência aos quais se tem acesso cognitivo, o que ele chamou de "consciência de acesso" (Block, 1995). A consciência fenomenal, de acordo com Block (Block, 1995; Block, 2011), é um nível mais fundamental de experiência que existe separadamente e independente do acesso cognitivo (Block, 1995). Desse modo, a FOT argumenta que o processamento relacionado ao estímulo é tudo o que é necessário para que haja uma consciência fenomenal desse estímulo (Block, 1995).

[38] Uma variação das HOTs são as teorias acerca dos estados de ordem superior da percepção (HOP) que consideram o modo psicológico dos estados meta-mentais formadores de consciência relevantes mais semelhantes à percepção e argumentam que tal modo está associado à um tipo de sentido interno e sistemas de monitoramento intra-mentais de algum outro tipo. Tais estados são não-inferencias e são simultâneos e o seu objeto mental de nível inferior pode ser explicado pelas condições paralelas que normalmente se aplicam à percepção (Lycan, 1995, p. 2). Porém, a HOT não explica esse ponto e somente considera que não há órgãos dos sentidos internos, porém somente se experimenta as qualidades sensoriais são apresentadas pela percepção externa direcionada (Lau & Rosenthal, 2011, p. 369).

Nesse tipo de visão, os estados conscientes de primeira-ordem são aqueles que nos tornam conscientes do ambiente externo (Block, 1995). Adicionalmente, os processos, como atenção *top-down*, a memória de trabalho e a metacognição só permitem o acesso cognitivo e a introspecção sobre o estado de primeira-ordem, por exemplo, no caso de estímulos visuais, a FOR subjacente à consciência fenomenal envolve o córtex visual, especialmente o córtex visual secundário em vez de primário (Lamme, 2004).

Em contrapartida, a HOT, de Lau e Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011), argumenta que uma FOR é resultado somente do processamento de estímulos da percepção visual e não é suficiente para tornar possível a experiência consciente de um estímulo (Lau & Rosenthal, 2011). Seguindo o raciocínio, além de ter uma representação do estímulo externo (uma FOR), uma representação desse estímulo é vital para a consciência de acesso e fenomenal, ou seja, isso só é possível se uma HOR, que torna consciente o estado de primeira ordem, for acrescida (Lau & Rosenthal, 2011). Dito em outras palavras, a consciência existe devido à relação entre as FORs e as HORs. Nessa perspectiva, os processos cognitivos, como atenção *top-down*, a memória de trabalho e a metacognição, são fundamentais para a experiência consciente da FOR (Brown et al., 2019). Em termos neurais, o córtex pré-frontal e parietal tornam conscientes as informações sensoriais representadas no córtex visual secundário (Dehaene et al., 1998).

Por fim, há outra versão da HOT (Carruters, 2000; Carruters, 2017), que consideram a consciência em termos de disposição em vez de pensamentos de ordem-superior ocorrendo (Carruters, 2000). Em outras palavras, esta perspectiva é disposicionalista, (HOD) onde é a disponibilidade de um estado perceptivo para HOT que o torna *p*-consciente (fenomenal). Para Carruthers (Carruters, 2000) há uma explicação para HOR que pode fazer reivindicação para explicar a *p*-consciência, sem precisar apelar para propriedades intrínsecas e não representacionais da experiência como os *qualia* ausente e invertidos, e ainda fornecer base evolutiva: (1) primeiro, o autor (Carruters, 2000) pensa na evolução de sistemas com as representações sensoriais integradas de primeira-ordem (FOR), disponíveis para o pensamento e o raciocínio conceituados, sendo que o resultado é o tipo de arquitetura na qual a informação perceptual é apresentada por meio de um armazenamento de memória de curto prazo de propósito especial, que permite o pensamento conceitual e a formação de crenças e o raciocínio prático, mas postula haver uma outra rota para orientar o sistema de esquemas de ação e comportamento motor que evoluíram mais cedo filogeneticamente (Carruters, 2000); (2) Em segundo lugar, o autor

também entende que houve a evolução de uma faculdade de teoria da mente (ToM), cujos conceitos poderiam ser aplicados naquele mesmo conjunto de representações de primeira-ordem (onde que a informação, antes representada na memória de trabalho, é agora consciente). Em suma, para a HOD, a *p*-consciência surge como um subproduto (em condição saltatória por exaptação), não diretamente selecionado, o que acaba excluindo qualquer papel relevante aos *qualia* (Carruters, 2000).

5.3. Modelos Cognitivistas

Há grande variedade de Modelos Cognitivistas (CMs) que associam o processamento consciente com alguma arquitetura cognitiva distinta ou à algum padrão especial de atividade com essa estrutura. Assim como nas subseções precedentes, três modelos significativos são frutíferos para caracterizar a abordagem e aos propósitos deste trabalho, a saber, os modelos do Espaço de trabalho Neuronal (GWM) de Dehaene e colegas (Dehaene & Naccache, 2001; Dehaene & Changeaux, 2011, Mashour et al., 2020), do Processamento Recorrente (RP) de Victor Lamme (Lamme,2004; Lamme, 2020) e *Attended Intermediate Representation* (AIR) de Jesse Prinz (Prinz, 2004; Prinz, 2012).

Como foi dito, na seção 1 do capítulo 1, a questão de subdividir o problema da consciência em três subtipos de problemas pode parecer controversa. Em síntese, os problemas da consciência são de três tipos, a saber: a questão descritiva que indaga pelas características da consciência e a possibilidade de modelação; a questão explicativa que inquire acerca das causas da consciência como se pudesse ser originada de processos não-conscientes e, assim, se pode ser explicada nesses termos; e a questão funcional que interpela pela razão da consciência existir, de modo que, ela possa ser relevante e fazer a diferença para o sistema ou na vida do organismo que a possui. Contudo, talvez, possa parecer difícil aceitar a divisão do problema da consciência em três subquestões distintas, dado o seu caráter qualitativo e a sua estrutura fenomenal, duas características da consciência que asseguram-na ser única, privada e inobservável, pois, do contrário, isso significa aceitar que os *qualia*, considerados componentes da questão explicativa, podem ser separados da função da consciência (Searle, 1993). Ademais, alguns filósofos

(Chalmers, 1996) ainda argumentam que as questões descritiva e explicativa são centrais para ensejar qualquer resposta à questão da redução naturalista. Com efeito, qualquer tentativa de estudar a consciência pelo seu papel funcional toca somente no problema fácil da consciência (*easy problem*). Logo, a separação entre os problemas fácil e difícil da consciência, perpetrada por Chalmers (Chalmers, 1996), parece indicar uma separação entre a cognição e a experiência (Dennett & Cohen, 2011). Tal abordagem é classificada taxonomicamente como um modelo dissociativo da consciência e encorpa o coro daqueles que defendem que a experiência consciente é inalcançável aos CMs (Chalmers, 1996).

Em contrapartida, na seção 4 do capítulo 1 sobre os "Conceitos da Consciência", em particular, sobre a questão da consciência de acesso e consciência fenomenal, foi argumentado que as abordagens cognitivistas da consciência não tratam somente do acesso quando consideram a consciência no seu aspecto funcional, mas que esgotam todos os aspectos relevantes da consciência, sem aceitar necessariamente as características qualitativas. Esse é um ponto importante do presente trabalho, dizer que Cohen e Dennett (Cohen & Dennett, 2011) não partem do paradigma divisório de Chalmers (Chalmers, 1996) e afirmam que a divisão entre os estados de acesso e fenomenal, na verdade, não ocorre. Recapitulando os autores (Cohen & Dennett, 2011), é preciso salientar que é impossível demonstrar que a cognição e as funções da consciência são separadas da experiência, pois os experimentos que são considerados como provas por defensores das explicações das FOTs, como Block (Block, 1995), são baseados no pressuposto da divisão problemas fácil e difícil de Chalmers (Chalmers, 1996), porque, essa concepção dissociativa rompe a ligação entre a consciência e as funções cognitivas por meio das quais a consciência é estudada (Cohen & Dennett, 2011).

Alternativamente, alguns pesquisadores cognitivistas (Kouider et al., 2010) argumentam que a evidência empírica para a consciência fenomenal sem acesso é equivocada, resultante ou de uma confusão entre os conteúdos fenomênicos e não-conscientes, ou de uma impressão de experiências fenomenalmente ricas decorrentes de conteúdos ilusórios (Frankish, 2016; Kammerer, 2019). De acordo com esta concepção, as formas dissociáveis de consciência correspondem à hierarquia de representações e graus distintos de consciência (Kouider et al., 2010). Portanto, são trazidos resultados para pautar uma ideia que as descrições funcionais, que se baseiam na noção de consciência parcial ao longo de uma hierarquia de níveis de representação, incluindo,

crucialmente, os níveis mais baixos de representação, podem fornecer uma explicação mais parcimoniosa para as evidências anteriores que projetam a dissociação, por exemplo, como o argumento do transbordamento (*Overflow Argument*-OA) de Block (Block, 1995) que, toma como base os resultados das evidências trazidas pelo experimento de *Sperling* (*Sperling Paradigm*-SP).

Os CMs parecem propensos a abordar a questão funcional, pois tal aproximação traz certas vantagens. Sobre a primeira parte da sentença anterior, se pode dizer que os CMs focam seu interesse em dois objetivos, correlacionar a consciência fenomenal com algum tipo de arquitetura cognitiva específica, geralmente, a mesma que dá suporte à alguma função cognitiva, como a memória de trabalho, a metacognição ou a atenção *top-down*, e correlacionar-se com um tipo de padrão de atividade específico daquela estrutura cognitiva (Van Gulick, 2014). Esses modelos teórico-experimentais tendem a ser não-dissociativos em sentido duplo. Uma característica adicional comum é que eles propõem que um objetivo-chave para as pesquisas futuras sobre a consciência é focar, não só especificamente nos mecanismos cognitivos, mas também entendendo que tais mecanismos podem estar subjacentes à ilusão de uma fenomenologia rica e detalhada (De Gardelle & Kouider, 2019).

Nessa linha de pesquisa, depois que o estudo da consciência ganhou suporte ao reconhecer a importância da coleta de dados, a base empírica e os princípios fundamentais da investigação científica, este campo de pesquisa agora oferece descrições funcionais e previsões testáveis sobre o processamento cognitivo consciente (Baars, 1988; Dehaene et al., 1998, Mashour et.al., 2020). No entanto, os críticos dessa abordagem da consciência argumentam que as explicações funcionais pagam o preço de negligenciar os aspectos fenomenais da consciência: em outras palavras, as explicações funcionais são restritas aos mecanismos cognitivos subjacentes ao acesso e aos conteúdos conscientes, ignorando o problema de como tais conteúdos surgem antecipadamente (Block, 1995; Lamme, 2004)[39].

O modelo AIR de Jesse Prinz (Prinz, 2012) é outra teoria cognitivista que defende uma perspectiva de dissociação singular, na qual, a atenção é necessária para a

[39] O debate entre os modelos de processamento informacional recorrente de Lamme (Lamme, 2020) e de processamento informacional pelo espaço de trabalho neuronal de Dehaene e colegas (Mashour et al., 2020) são postos frente à frente na próxima seção (seção 5), especificamente, sobre a relação entre a cognição e a consciência.

consciência (Prinz, 2012). O modelo AIR é uma explicação também compatível com os modelos neurais e, portanto, é também um modelo neurocognitivo, como o RP e a GNW, mas com as suas particularidades. De acordo com a teoria AIR, uma percepção consciente ocorre como uma representação de uma propriedade intermediária (Prinz, 2012) e engendrada pelo mecanismo atencional (Prinz, 2012).

Prinz (Prinz, 2012) argumenta que as propriedades intermediárias da percepção são as únicas propriedades das quais se tem consciência na experiência consciente, pois o organismo só está consciente das características básicas de objetos externos, como cores, formas, tons e sensações que são assim representadas (Prinz, 2012). De acordo com Prinz (PRINZ, 2012), a consciência das propriedades de nível superior é uma questão de julgamento[40] e não de experiência consciente, mas somente as células (Prinz, 2012)[41] que dão suporte à representação de nível intermediário podem ser NCC. Para ser consciente, tal conteúdo representado também deve estar disponível para a atenção (Prinz, 2012). Prinz (Prinz, 2012) identifica as representações de nível intermediário com a atividade do vetor gama (40-80 hz) no córtex extratestriatal (por exemplo, áreas nos fluxos dorsais e ventrais MT e V4) e o componente atencional com oscilações sincronizadas, que podem incorporar essa atividade do vetor gama modulando essa atividade (Prinz, 2012) e ficando disponíveis para a codificação na memória de trabalho, mas a codificação da informação na memória de trabalho por ondas gamma é local, no córtex pré-frontal lateral ($_{L}$PFC) e não suficiente para a consciência.

[40] Para Prinz (Prinz, 2012, p. 54), as áreas cerebrais correlacionadas às HOR compreendem áreas temporais que estão envolvidas no reconhecimento de objetos e faces, como o córtex IT, a área occipital das faces (AOF), região anterior 2 das faces (AFP2, *anterior face patch 2*) e a área fusiforme das faces (AFF), todas para além do córtex extraestriatal.

[41] Prinz (Prinz, 2012, p. 52-3) procura apresentar quais são os principais candidatos neuronais para dar suporte às representações intermediárias da percepção visual, neste caso, as projeções dorsal e ventral do córtex extraestriatal: a área V1, recrutada para processar as cores e os contornos, não é uma área que processa a informação global e complexa o suficiente para ser uma assembleia de neurônios disparando sincronizadas como substrato neural do processamento informacional consciente. Contudo, a área V2, que processa a informação que separa o objeto do ambiente, a área V3, que processa a informação de ambos os olhos sobre formas, a área V4, que está correlacionada ao processamento de cores em primatas não-humanos e a discriminação acerca de texturas, a área V8, associada ao processamento de cores em animais humanos, a área MT, vinculada ao processamento do movimento, e o sulco temporal superior medial (MST), na qual, há células com seletividade para movimento linear (como em MT), movimento radial (tanto centrípeto quanto centrífugo) e movimento circular (tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário). Estas são áreas dorsais do processamento visual correlatas à navegação, orientação do movimento dos olhos e percepção do movimento (Kandel, et al., 2013). Em resumo, a aposta de Prinz (Prinz, 2012), neuroanatomicamente e fisiologicamente, reside em porções do córtex extraextriatal como NCC.

Desse modo, a consciência é dependente de ambas, a memória de trabalho (Baars, 1988) e os centros de controle da atenção (Prinz, 2012)[42], como a *dorsal attention network* (DAN), a *Default Mode Network* (DMN), a *ventral attention network* (VAN), a *salience network* (SN), a *control network* (CN), *a theory-of mind network* (TMN) e outras, por exemplo, como as pesquisas de anticorrelação entre DAN e DMN e o papel de redes fronto-parietais (Tsuchyia & Boxtel, 2013). Assim sendo, o mecanismo atencional tem a função de integrar a informação, isto é, os estados que são distribuídos no espaço-tempo são integrados em uma experiência consciente unificada, identificados pela modulação do mecanismo co-atencional em ressonâncias gamma sincronizadas, formando uma rede (Prinz, 2012). Já a função da consciência é voltada para algo mais básico que as interpretações alto-nível, neste caso, ela está voltada para a ação. As representações são disponíveis e codificadas pela memória de trabalho para, depois, participarem do processo de tomada de decisão. Isso não significa foco na ação motora (fluxo de informação para movimentos), mas nos processos decisórios (Prinz, 2012).

5.4. Modelos Neuronais

Embora os Modelos Neurais (NMs) da consciência existem em grande diversidade, quase todos esses modelos têm como objetivo investigar os NCCs. Os modelos neurocognitivos, na disciplina de estudos da consciência, têm sido propostos por cerca de 30 anos. O objetivo era responder à pergunta sobre como o cérebro é capaz de produzir estados conscientes qualitativos. Os modelos são representações teóricas baseadas em algumas pesquisas empíricas de controle de variáveis através da experimentação e da apresentação de predições. Contudo, a questão central, aparentemente trivial para alguns autores, refere-se à representatividade e confiabilidade dos modelos, isto é, saber se são capazes de explicar como a consciência emerge de processos neurais. Para ilustrar tal projeto, os modelos de Crick e Koch (Crick & Koch, 2003), mais localizacionista, e de Gerald Edelman, mais holístico, (Seth et al., 2006) são adequados.

[42] Para Prinz (Prinz, 2012, p. 133), a atenção está associada com áreas parietais inferiores e com a área de Brodmann 8.

Desse modo, uma teoria neural explicativa precisa dar conta de explicar por que ou como as correlações relevantes existem e mostrar como os mecanismos e os processos no cérebro podem ser correlacionados aos estados mentais conscientes, satisfazendo os papéis ou requisitos enquanto condições necessárias. Atualmente, se pode dizer que alguns modelos são baseados em características sistêmicas de alto nível do cérebro, como a GNW de Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1998, 2006), mas outros se concentram em propriedades fisiológicas ou estruturais mais específicas, com diferenças correspondentes em seus alvos explicativos pretendidos, como os modelos de BR que associam certos conteúdos da consciência ao córtex IT (Logothetis et al., 1996; Logothetis, 1998). Este é o típico de pesquisa em consciência particular e não-genérica, pois não pretende oferecer uma explicação as propriedades que acompanham todos os eventos conscientes, como fazem as pesquisas sobre os estados conscientes (Van Gulick, 2014; Wu, 2018). Os NMs, de modo particular, procuram trabalhar interdisciplinarmente, conectando-se com os modelos de consciência em outros níveis de descrição, tal como os cognitivistas, de integração da informação ou de ordem superior (Van Gulick, 2014; Wu, 2018).

Há muitos modelos que são considerados como guia no estudo científico da consciência: os modelos de alta-ordem como HOT, modelos cognitivos como o GWM, Modelos Narrativos Interpretativos como os Múltiplos Esboços (*Multiple Draft*), o Modelo Neurodinâmico (*Neurodynamic Model*) os modelos neurobiológicos como o Darwinismo Neuronal (TNGS) e muitos outros, mas antes de tudo, inicialmente, na década de 80, houveram modelos precursores, dentre os quais, a Hipótese do Holofote (*SeacrhLight* Hypothesis) (Crick, 1984) e depois a Hipótese das Oscilações 40 HZ (*40 Hz Oscillation Hypothesis*) (Crick, 1994) que se desenvolveram por quase 15 anos (Crick & Koch, 2003) previamente citadas na seção 4 sobre a unidade da consciência.

Inicialmente, (Crick, 1984) sugeriu que o mecanismo atencional, que é suportado pelo sistema talâmico-reticular, tem a função de atribuir saliência para os objetos da percepção, evitar os distratores e mudar o foco dada a relevância ecológica (Crick, 1984). Por isso, tais estudos se concentraram na consciência visual (para isso, muito se considerou acerca de casos de ilusão de ótica e no processamento informacional de reconstrução da imagem visual) e envolveram a conjunção percepção, atenção e consciência (CRICK, 1984). O foco dos estudos está no fenômeno de seleção atencional sobre uma área visual, dentro de um espaço visual maior, com o objetivo de identificar um alvo em uma tarefa que pressupõe o uso de distratores, desse modo, a atenção é como

um holofote que projeta luz sobre um espaço geral intensificando sobre o alvo (Crick, 1984).

A Hipótese do Holofote de Crick (Crick, 1984) é baseada na teoria de integração das características visuais de Treisman e colegas (Treisman et al., 1982), que sugeriu que a atenção seleciona uma área de cada vez dentro de um "*master map*" de localizações. O modelo mede o tempo de reação do participante para identificar um alvo vendo uma gama de sinais como distratores (Crick, 1984). Ao que parece, o cérebro tenta identificar baseado em características da cena visual como cor e forma, sendo que, esse processo tende a aumentar linearmente o tempo de reação, como se o cérebro estivesse usando um holofote que se move de um item visual para o próximo (Crick, 1984). Assim sendo, Crick (Crick, 1984) apresenta um mecanismo neural subjacente: (1) o holofote é controlado pelo complexo reticular do tálamo; (2) a expressão do holofote é a produção de disparos rápidos em um subconjunto de neurônios talâmicos ativos; (3) as conjunções produzidas pelo holofote são mediadas pelas sinapses de *Malsburg*, especialmente por disparos rápidos que atuam sobre elas; e (4) as conjunções são expressas por conjuntos de células, especialmente conjuntos de células em diferentes regiões corticais formando as assembleias.

Complementarmente foi sugerida Hipótese da Oscilação 40 Hz de neurônios piramidais da IV camada cortical do córtex visual disparando sincronizados, contudo não são só restritas à esta área (Crick, 1994). Crick e Koch (Crick & Koch, 2003), levaram a ideia de sincronização temporal um passo adiante, propondo que essa atividade sincronizada, quando ocorre na banda de 35 a 75 Hz (hertz, ou ciclos por segundo), pode ser o correlato neuronal para a percepção visual consciente. Alguns estudos (Crick & Koch, 1990; Salinas & Sejnowski, 2001; Van Rullen & Thorpe, 2001) mostraram que um grande número de neurônios pode disparar ao mesmo tempo (sincronizados), a uma taxa que varia de aproximadamente 35 a 75 Hz (a atividade neuronal oscilando nesta frequência é comumente referida como "oscilações gama" ou simplesmente "oscilações de 40 Hz") (Crick & Koch, 2003).

Estudos subsequentes (Jirakittayakorn & Wongsawat, 2017; Roos & Lopz, 2020) mostraram que essa alta frequência de oscilação da atividade neuronal está intimamente relacionada à integração de percepções, à construção de representações coerentes e a alguns processos de atenção seletiva. Crick e Koch (Crick & Koch, 2003), portanto,

desenvolveram uma teoria para a percepção consciente que reside não apenas na sincronização da atividade neuronal, mas na sincronização da atividade neuronal oscilando em frequências na faixa de 35 a 75 Hz. Por conseguinte, os autores (Crick & Koch, 2003) também acreditam que esses conjuntos neuronais transitórios, oscilando em cerca de 40 Hz, não se formam apenas no córtex visual, mas também podem recrutar neurônios por todo o córtex (Crick & Koch, 2005). Nesse caso, a cor e a forma de um objeto não seriam as únicas características associadas a ele, mas haveria também todos os tipos de outras características, como odor, gosto, associações emocionais e assim por diante, em suma, todas ajudando a formar uma representação consciente completa do objeto observado. Desse modo, esse seria um mecanismo que o cérebro pode distinguir, entre todas as representações que ele vinculou, aquelas que são conscientes das que não são (Crick & Koch, 2005).

Depois de 2003, Koch (Koch, 2009) alterou um pouco a sua posição, afirmando que os fenômenos conscientes parecem surgir de uma competição entre várias "coalizões" de neurônios em que as coalizões vencedoras determinam o conteúdo da mente consciente em um determinado momento e denotando uma abordagem menos cognitivista, no sentido que, há consciência sem atenção (Koch & Tsuchiya, 2007), e minimizando o papel de estruturas pré-frontais (Koch, 2009). A sincronização das oscilações de 40 Hz pode atuar como o mecanismo pelo qual essa competição é resolvida, ao favorecer a seleção de um determinado conjunto neuronal (Tononi & Edelman, 2011). Essa ideia de conjuntos neuronais que estão competindo o tempo todo também é consistente com a hipótese do “Núcleo Dinâmico Reentrante” de Edelman (Edelman, 2003).

A TNGS de Edelman (Edelman, 1992; Edelman, 2003; Edelman et al., 2011) propõe três princípios elementares: (1) a Modificação/Seleção Sináptica refere ao crescimento inicial e o desenvolvimento do cérebro, que se estendendo ao longo da vida de um indivíduo como um processo contínuo de seleção sináptica, que ocorre dentro dos diversos repertórios de grupos neuronais. Esse processo pode fortalecer ou enfraquecer as conexões entre os grupos de neurônios e é restringido por sinais de valor que surgem da atividade dos sistemas ascendentes do cérebro, que são continuamente modificados por resultados bem-sucedidos; (2) As Fibras Reentrantes que integram os mapas por meio da sinalização de reentrada entre os grupos neurais interconectados, que provocam a troca de grande quantidade informacional entre os mapas temporariamente conectados. Para operar, a reentrada depende das redes intrincadas de conexões recíprocas maciçamente

paralelas dentro e entre os grupos neuronais, que surgem por meio dos processos de seleção de desenvolvimento e experiência. A função da reentrada é promover a seleção de alta-ordem; (3) O Núcleo Dinâmico tem a função de integração e unificação dos elementos de uma experiência. Por meio da seleção, os sistemas dinâmicos podem "mapear" eventos espaço-temporais complexos dos órgãos sensoriais, sistemas do corpo e outros grupos neuronais em outros grupos neuronais selecionados e integrá-los para uma representação unificada da realidade da percepção e conduzir à uma ação. O Núcleo Dinâmico é não localizado e pode emergir de extensas redes de neurônios que codificam vasta quantidade de informação e confere plasticidade funcional (Edelman et al., 2011).

Hoje, os NCC podem abarcar redes cerebrais em larga escala como DMN, DAN, VAN, SN, CN, TMN e outras, mencionadas no final da subseção sobre os modelos cognitivistas e de maior interesse para o presente trabalho como as pesquisas de anticorrelação entre DAN e DMN como um fenômeno transitório correlacionado aos distintos níveis e papeis da consciência (Dixon et al., 2017). Em particular, o conceito de "Rede de Modo Padrão da função cerebral" (DMN) foi introduzido por Raichle e colegas (Raichle et al., 2001), depois de observar que várias áreas, incluindo o precuneus, as junções temporoparietais bilaterais ($_{L/R}$TPJ) e o córtex pré-frontal medial ($_{M}$PFC), eram mais ativas em repouso que quando os sujeitos estavam envolvidos em uma tarefa cognitiva que exigia atenção (Raichle et al., 2001). As pesquisas atuais sugerem que a consciência humana está associada às interações complexas e síncronas entre as múltiplas redes, em particular, se acredita que a DMN do cérebro em repouso seja alterada por mudanças na consciência, incluindo o estado meditativo (Panda et al., 2016). Complementarmente, há estudos que documentam a correlação da consciência com outras redes cerebrais, por exemplo, aquelas ligadas à atenção (Posner, 2012; Tsuchiya & Boxtel, 2013), especialmente, a DAN (Chennu & Bekinschtein, 2012).

5.5. Os Modelos em jogo: os modelos relevantes para a Hipótese de Trabalho

Uma das razões da provável força explicativa dos EMs é a sua característica interdisciplinar e as propriedades do seu *background* teórico, mostrando as possibilidades de aproximação com outros modelos, em particular, com o representacionista, o

narrativo-interpretativo, de integração da informação, o cognitivista, o neuronal, e os modelos de alta-ordem (no presente texto, principalmente, os três últimos). Em vista disso, é possível assumir que os EMs da consciência pressupõem algum tipo de arquitetura cognitiva e identifica algum tipo de NCC (Wu, 2018). Assente que o objetivo é defender a tese que a consciência é um mecanismo tradutor de estados internos em estados externos, enquanto representações extrínsecas de alta-ordem, para finalidade comunicativa entre os organismos que possuem o mesmo sistema linguístico para codificar/decodificar as informações simbolicamente, aqui nesta subseção, o propósito é articular os CMs, NMs e HOTs dentro do *background* evolutivo trazido pelos EMs.

Daniel Dennett (Dennett, 2017; Dennett, 2018) é um defensor dos chamados Modelos de Múltiplos Esboços (*Multiple Drafts Model*- MDM), que é um subtipo de Teoria Narrativa Interpretativa (*Narrative Interpretative Theories*-NIT). Dennett (Dennett, 2017) oferece uma importante contribuição sobre o papel funcional das representações para a consciência e, particularmente, quanto às representações implícitas e explícitas para a linguagem. No livro "*From Bacteria to Bach and Back: The Evolution of Minds*", Dennett (Dennett, 2017) argumenta que a consciência e mesmo o sentido que se atribui ao *self* são ilusões, mas isso não significa uma depreciação, pois a evolução teria produzido um comportamento eficiente, no entanto sem compreensão, o que significa que a maioria dos animais se comporta de maneira altamente eficaz sem consciência (Dennett, 2017). O MDM de Dennett (Dennett, 1981; Dennett, 1998; Dennett, 2017; Dennett, 2018), em geral, prevê que o conteúdo selecionado proveniente de vários tipos ocorre de modo distribuído no cérebro, no entanto, não é uma localização privilegiada que torna alguns desses conteúdos conscientes ou mesmo alguma propriedade funcional privilegiada no "Teatro Cartesiano" (Dennett, 2018).

Para o MDM, o que importa é o que Dennett (Dennett, 2018) chama de "celebridade cerebral", isto é, o grau em que um determinado conteúdo influencia o desenvolvimento futuro dos outros conteúdos espalhados pelo cérebro. Especificamente, o que importa é como esses efeitos se manifestam nos relatos e comportamentos (que são os esboços), que organismo faz em resposta ás várias situações que podem indicar seu estado consciente distinto (que releva o seu múltiplo caráter) (Van Gulick, 2014; Wu, 2018).

Em síntese, o MDM é representacionista, pois analisa a consciência por relações de conteúdos (Dennett, 2018), complementarmente, o MDM é próximo, até certo ponto, das HOTs, pois os conteúdos que compõem a narrativa do *self* virtual são expressos com certo grau de reflexividade e possuem características como as representações implícitas e explícitas (Dennett, 2018), o interesse principal por evocar o MDM para o plano deste trabalho. O interesse consiste nas representações mentais tanto não-conscientes quanto conscientes que podem ser, mas não se restringem, aos mapas/estados análogos aos objetos representados. Além disso, Dennett (Dennett, 2017; Dennett, 2018) nega que os *qualia* são características da consciência e, logo, que distinguem a consciência da não-consciência, pois eles existem enquanto uma "ilusão teórica" (Dennett, 2018), e por fim, nega que o *self* como observador interno localizado no teatro cartesiano (Dennett, 2018).

Não obstante, o "senso *self*" é entendido em outra perspectiva visto como emergente: o MDM trata o *self* como um aspecto emergente ou virtual da narrativa coerente e serial, que é construída através do jogo interativo de conteúdos no sistema (Dennett, 2017). Muitos desses conteúdos estão ligados no nível intencional como percepções de um ponto de vista relativamente unificado e temporalmente estendido, ou seja, eles são coerentes em seus conteúdos como se fossem as experiências de um *self* em andamento (Dennett, 2017). Desse modo, há aqui uma ênfase na ordem de dependência dos conteúdos, porque ela causa influência mútua ente os conteúdos que são então unificados e coerentes, no nível do conteúdo, contando como experiências de um *self* único virtual (Dennett, 2018).

Por fim, quando Dennett (Dennett, 2018) postula haverem representações, ele postula haver um usuário de representação cujo "acesso à" e "interpretação de" a representação é definível como implementável: o que Dennett (Dennett, 2018) quer dizer é que não só se deve falar em representação no sistema nervoso sobre as informações sendo movidas, processadas e armazenadas, mas o que se pode fazer com elas, ou seja, qual a sua função (Dennett, 2018). No caso das representações icônicas, um sistema pode experienciar ambas as representações, internas e externas, ou seja, do representante (um quadro) e do representado (o conteúdo). Desse modo, o meio e o conteúdo e estas duas formas de representação partilham algo em comum, porém no caso de representações simbólicas, as representações interna e externa têm funções distintas (Dennett, 2018). Esta é uma diferença conceitual para as representações internas e externas, onde com as representações externas icônicas se pode experimentar tanto o meio quanto o conteúdo,

por exemplo, o óleo sobre a tela, as pessoas, as árvores e assim por diante, mas para as representações internas, não se experiência o externo, e sim tão somente o conteúdo, juntamente com alguns recursos contextuais, como o momento em que ocorreu a percepção ou a imaginação (Dennett, 2018). O MDM usa este esquema conceitual para explicar como surge a ilusão dos *qualia* como representação interna, mais propriamente, como o sistema experiência o meio por representações internas icônicas (Dennett, 2018).

Supletivamente, os Modelos de Alta-Ordem (HOTs) podem ser proveitosos, por mostrarem um modelo explicativo para o presente trabalho sobre o papel das Representações de Alta-Ordem (HORs) na linguagem e consciência. Em geral, há duas características salientes entre uma teoria da consciência do tipo HOT e FOT: (1) a primeira característica é um compromisso com a afirmação que uma mera FORs não é suficiente para o surgimento de experiências conscientes (o que coloca as HOTs em posição de conflito contra as FOTs) e que, portanto, há a necessidade de investigar a existência de algum mecanismo de ordem/estado superior e o seu funcionamento; (2) a segunda característica da HOT diz que se um organismo não tem consciência de si mesmo como estando em um determinado estado de primeira ordem (FORs), então não é fenomenalmente consciente do conteúdo desse estado, de modo que, para se ter uma a experiência consciente, então há necessidade de uma consciência mínima do funcionamento mental que acontece quando o estado de primeira ordem (FOR) é monitorado ou meta-representado por um estado de ordem superior relevante (HOR)[43].

Ledoux e colegas (Brown et al., 2019) tentaram promover complementações e correções às HOTs tradicionais (Lau & Rosenthal, 2011) apresentadas na primeira parte da seção 5 do capítulo 1. A primeira é que as HORs, que são sobre as FORs, são também geralmente associadas às áreas do PFC (Brown et al., 2019) e, a correção é que a HOT propõe que a HOR, necessária para a consciência, não pode ser conhecida sem adicionar outra HOR (desse modo, uma equação simples para a modificação das HOTs seria: HOR+OR=HOROR) (Brown & Ledoux, 2017). Este mecanismo seria indispensável para a consciência de acesso e fenomenal, principalmente, porque seriam tais estados que possuem qualidades fenomenais subjetivas como as percepções, as memórias, os pensamentos ou as emoções (Brown et al., 2019). Assim também, a *self-consciousness*

[43] Esse requisito do HOT o distingue das teorias cognitivas, como o GWT, que também invocam processos cognitivos adicionais como um elemento crucial da experiência consciente, mas que não postulam esse tipo de consciência interior (Brown et al., 2019, p. 755).

ocorre quando o organismo está ciente de suas próprias representações mentais e, necessariamente, é um processo que envolve representações de ordem-superior (Brown & Ledoux, 2017). Além do mais, sobre o status corrente das HOTs é proveitoso salientar que as HORs são associadas com as funções cognitivas como a atenção, a memória de trabalho, a metacognição e assim por diante (Brown & Ledoux, 2017), e que as HOTs não distinguem entre a consciência fenomenal e de acesso (Brown et al., 2017).

Desse modo, as HORs são interessantes para a hipótese de trabalho, pois podem ajudar a explicar como as representações internas poderiam mapear as informações codificadas endogenamente sobre as FORs com origem exógena, sobre a percepção externa de um objeto, por exemplo, uma maça vermelha, ou com origem endógena, sobre a percepção interna relativa ao estado do corpo com conteúdo emocional, motivacional e regulatório, codificados informacionalmente por processadores modulares e multimodulares.

Os CMs podem ser pertinentes ao roteiro explicativo por oferecerem um modelo de arquitetura cognitiva necessária à consciência. O Modelo do Processamento Recorrente (RP) de Lamme (Lamme, 2004; Lamme, 2005; Lamme, 2006; Lamme, 2020) defende uma posição de dissociação dupla entra a atenção *top-down* e a consciência, não obstante, ao contrário, a GNW de Dehaene e colegas (DEHAENE ET.AL., 1998) defende uma dissociação singular. Segundo o modelo RP, a relação de dissociação dupla entre a consciência e a atenção seletiva é sustentada por experimentos como *change blindness* (CB)[44] e *inattentional blindness* (IB)[45] : a causa de CB e IB não é uma questão de baixa performance de detecção perceptiva, mas ocorre quando a atenção dos participantes está focada em uma determinada especificidade da tarefa, e quando os estímulos são apresentados de forma inesperada e os sujeitos são depois questionados sobre esses estímulos, eles frequentemente não conseguem relatá-los (Lamme, 2004).

Mas o que isso significa para a cognição? Embora se alguns pensaram (Posner, 1994) que é a atenção *top-down* que seleciona o que é percebido, o RP faz uma distinção precoce entre os *inputs* conscientes e não-conscientes, enquanto o mecanismo de seleção

[44] O CB ocorre quando os sujeitos estão vendo uma cena, onde um dos itens muda de posição, cor, identidade ou simplesmente desaparece como demonstrado por Rensink (2002, p. 259-61).

[45] O IB ocorre quando a atenção dos sujeitos está focada em uma determinada tarefa e os estímulos são apresentados de forma inesperada. Quando questionados posteriormente sobre esses estímulos, os sujeitos muitas vezes não conseguem relatar sobre eles conforme trabalhado por Simons (2000, p. 150).

atencional opera em um estágio independente, isto é, a atenção não determina se os estímulos atingem um estado consciente, mas determina se um relato (consciente) sobre os estímulos é possível (Lamme, 2020). Portanto, o RP defende a existência de uma forma de experiência visual de curta duração, vulnerável e não facilmente reportável, que contrasta com uma forma de consciência mais estável e reportável (Lamme, 2004).

Contudo, o GWM se posiciona diferentemente. De modo geral, a GNW baseia-se em três princípios: o Processamento Informacional Modular (MIP), já comentado aqui, o Processamento Informacional em Rede (NIP) e Processamento Informacional Global (GIP) (BAARS, 1988; Dehaene et al., 1998; Mashour et al., 2020) para explicar o processamento subliminal sem e com atenção, a pré-consciência e a consciência (Dehaene et al., 2006). O argumento é que estes três princípios são compatíveis com a dissociação singular entre a atenção e a consciência e que as experiências observacionais corroboram tal argumento (Dehaene & Changeaux, 2005). Em apanhado, como já foi dito na seção sobre os "Conceitos da Consciência", MIP pode ser unimodal, multimodal, serial, paralelo, mas sobretudo, o seu processamento é não-consciente.

Inicialmente, a informação é processada em módulos especializados e encapsulados de acordo com a sua origem sensorial (Dehaene, et al., 1998), no entanto, posteriormente, o processamento passa a ser multimodal interagindo os muitos módulos de processamento. Uma interação supramodular poderia ajuda a resolver os conflitos entre os sistemas modais (Morsella, 2005). O NIP possui três características básicas e tem como referência os Modelos "Holomônico de Pribam" e o "Neurodinâmico de Freeman". Inicialmente, o NIP se baseia em modos de teias que são formadas por nexos ditos *cluster*/*hubs*, que ligam as redes em larga escala. Adicionalmente, o NIP pressupõe e é compatível com o MIP e que estas descrições funcionais devem ocorrer no cérebro (Dehaene et al., 2006). Por fim, o GIP possibilita um sistema ser capaz de coordenar e controlar os seus processos internos mediante o uso de funções executivas como a memória de trabalho, a atenção seletiva *top-down*, o raciocínio, o planejamento e outras para a tomada de decisão que resulta em uma ação adaptativa (Baars, 1988). Portanto, os modelos RP (Lamme, 2004) e GNW (Dehaene et al., 2006) são dois tipos de CMs de referência e são retomados na seção seguinte quando se aborda o assunto da relação entre a atenção e a consciência.

Os Modelos de Integração da Informação (IITs) podem ser profícuos para esse assunto, por permitirem realçar como o mecanismo de integração da informação une a informação proveniente de múltiplos módulos distintos e distribuídos no cérebro e contam como condição para o processamento consciente. Por isso, a IIT é compatível e importante para CMs como a GNW (Van Gilick, 2014). As IIT definem consciência como quantidade de informação quantificável por graus e valores, sobre como a informação está distribuída nas partes do sistema e como a informação pode ser complexamente integrada como resultado das relações informacionais totais dentro do sistema (Wu, 2018). O sistema carrega a informação integrada se o conteúdo informacional efetivo do todo for maior que a soma do conteúdo informacional das partes, logo, uma interação entre as partes é uma condição prévia. Em suma, a informação tem que ser relevante no sentido de possuir um papel causal no sistema. É esta informação relevante complexamente arranjada que atribuiria a qualidade das experiências fenomenais (WU, 2018). Do ponto de vista neuronal, o valor ϕ está associado aos números de sinapses que integram assembleias de neurônios ativos em sincronia (Koch, 2009)

Koch e colegas (Koch et al., 2016) afirmam que qualquer mecanismo complexo e interconectado, cuja a estrutura codifica um conjunto de relações de causa e efeito, terá as propriedades de algum nível de consciência (ou seja, a consciência genérica). Desse modo, o cerebelo, sendo um mecanismo que carece de integração e complexidade, não terá consciência, diferentemente, para a IIT, a consciência é um poder causal intrínseco associado aos mecanismos complexos como as estruturas subcorticais (por exemplo o núcleo pulvinar do tálamo) (Koch et al., 2016) e as corticais posteriores (áreas temporais, occipitais e parietais) (Koch et al., 2016) e a sincronização gamma (Koch et al., 2016). Assim, para Koch e colegas (KOCH ET.AL., 2016), a diferenciação neuronal, que é o grau de diferenciação espaço-temporal da atividade elétrica do cérebro mensurada por EEG (Nobili et al., 2012) e fMRI (Barttfeld et al., 2015), é crucial para explicar a integração informacional. Assim, o cérebro, que possui uma conectividade enorme e altamente específica, possui um ϕ muito alto, o que implica um alto nível de consciência (Koch et al., 2016).

Os Modelos Neuronais (NMs) podem ser convenientes para a argumentação por reunirem um conjunto de pesquisas sobre os NCC, particularmente, sobre as faculdades que contam para esta pesquisa, a saber, sobre as expressões emocionais e a memória de

trabalho, o sistema cognitivo-computacional e o mecanismo consciente de tipo noético verbal.

Particularmente, o debate entre os modelos de consciência genérica destacando áreas frontais ou posteriores têm recebido certo cuidado. O debate entre as teorias da consciência genérica é saber quais estruturas do cérebro são mais relevantes, se a conectividade *feedback* (Koch et al., 2016) ou a ativação frontal (Frassle et al., 2014). Nesta perspectiva, a RP (Lamme, 2004; Lamme, 2020) se concentra em áreas sensoriais (por exemplo áreas do córtex estriado, como V1, e projeções até áreas extraestriatais), e está correlacionada à dois processos, *feedforward sweep* (FFS) e *feedback* reentrantes (FBR). Quando o processamento atinge certo estado recorrente, os conteúdos relevantes são conscientes, mesmo que nenhum pensamento de ordem-superior seja formado ou nenhum conteúdo entra no espaço de trabalho global (Lamme, 2004; Lamme, 2020). Seguindo nesta linha argumentativa, a IIT destaca o que eles chamam de "*posterior hot zone*" (KOCH, 2018), já mencionado na primeira parte desta seção, cobrindo as áreas temporal, parietal e occipital (Boly et al. 2017) como um correlato neural para a consciência, pois especulam que essa zona pode ter o valor mais alto para ϕ (Tononi, 2009).

Adicionalmente, para as HOTs (Lau & Rosenthal, 2011; Brown et al., 2019), os estados de ordem-superior (HORs) são suportados, sobretudo, pelo córtex pré-frontal (PFC), com mais fundamental participação que as estruturas subcorticais (tálamo, amígdala, tronco cerebral, hipotálamo e outras) e algumas corticais, como as áreas visuais estriatais e extraestriatais. Neste caso, aquilo que Ledoux e colegas (Ledoux & Brown, 2017) chamaram "Rede Gerais da Cognição" (GNC), tais como, as áreas dorsolaterais ($_{DL}$PFC), ventrolaterias ($_{VM}$PFC), dorsomediais ($_{DM}$PFC), ventromediais ($_{VM}$PFC), a região orbitofrontal ($_{O}$PFC), o cingulado anterior (ACC), o polo frontal (FP) e mais a ínsula (I), são requisitos indispensáveis para a consciência das emoções e que estão implicadas no processamento cognitivo (Ledoux, 2019), mesmo a cognição não sendo exclusiva da GNC (Ledoux, 2019).

Por último, a GWM de Baars (Baars, 1988), que se baseia nos neurônios do GNW de Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1998), que estão presentes nas áreas do cérebro para formar o espaço de trabalho, envolvem mais áreas relatadas pelos modelos anteriores, dependendo do tipo de estado consciente que o organismo esteja envolvido

(Edelman et al., 2011). Apesar da GWM considerar que a entrada no espaço de trabalho global (o que é chamado de "ignição") não poder ser cumprido sem a atividade sensorial e também pontuar que a "ignição" da rede global não depende somente de um pensamento de ordem-superior, no sentido de serem suficientes por si só, ou seja, do ponto de vista neuronal, que nem só a parte frontal e nem a posterior do cérebro são suficientes, a GNW (MASHOUR ET.AL, 2020) sustenta que, nestas redes, áreas frontais, como o $_{DL}$PFC, têm um papel crítico para a consciência.

No que concerne ao background teórico e experimental, as seções de 1 a 5 foram elaboradas com a meta de fortalecer o argumento da hipótese de trabalho. Por fim, nesta última subseção da seção 5, o alvo era expor a relação de algumas das atuais teorias da consciência relevantes para a hipótese de trabalho (CLEC). Complementarmente, na seção 5, o intento era mostrar o intercâmbio entre a miríade de modelos de consciência. Especificamente, a meta era realçar como os resultados das pesquisas em diversos modelos de consciência podem fornecer uma estrutura útil para a introdução da questão seguinte, a saber, o arranjo entre a cognição e a consciência (seção 6), visto que, o tal vínculo é indispensável para a hipótese de trabalho. A ligação entre esses conceitos de consciência (as representações, a memória de trabalho, a atenção, a linguagem e a consciência) e a perspectiva evolutiva da consciência são demonstrados na seção 2 do capítulo 3, na qual, uma conclusão importante é que a consciência não é vista tanto como um problema para a física, mas para a biologia evolutiva.

Seção 6

Cognição, Representações de Alta-Ordem e Consciência

Em síntese, na seção 6 considerar-se-á algumas das questões sobre a função da consciência atrelada às funções cognitivas e as representações extrínsecas, primeiramente, a memória de trabalho e a atenção seletiva, bem como explorar os processos neurais, que parecem ser necessários para os diferentes aspectos da consciência, compreendendo também os conteúdos da consciência e, por fim, a relação entre a atenção, a consciência e as HORs.

Naquilo que remete aos propósitos deste trabalho, a conexão entre a cognição e a consciência é elementar para explicar como a consciência e a linguagem estão imbricadas tanto ao nível funcional quanto evolutivo. O nexo entra a consciência e a memória de trabalho, precisamente, é relevante para a defesa da definição de consciência, aqui aventada, sobre a consciência como um mecanismo de tradução de estados internos em estados externos, enquanto representações simbólicas, e com função comunicativa. Para tanto, é vital procurar corroborar a argumentação que o mecanismo consciente está interligado com a memória de trabalho e os seus subcomponentes, a saber, central executiva, *phonological loop*, *visualspatial sketchpad*, e *episodic buffer* (Baddeley 2000b; Andrade 2001; Repovs & Baddeley, 2006; Andrade & Baddeley, 2011), pois tais componentes teriam papel indispensável no processamento informacional simbólico.

As funções executivas, neste contexto da hipótese de trabalho, têm a função ligada à manipulação de representações simbólicas. Com base nisso, se justifica adentrar nos modelos que seriam candidatos para cumprir esta função. O Modelo de Memória de Trabalho de Beddeley (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b) será detalhado, pois serve como um sistema que integra subcomponentes, como a Central Executiva (CE), que regula *phonological loop* (FL), *Visuo-Spatial SketchPad* (VSSP) e *Episodic Buffer* (EB), fortemente ligados à linguagem e a consciência. Não são desconsideradas as críticas e as revisões à teoria dominante do modelo de memória de trabalho (Ward, 2001; Schlegel ET.AL., 2013). Depois, a abordagem foca no tipo de mecanismo consciente que entra em ação, juntamente a estes subcomponentes, em especial, é a consciência de tipo noética que teria a sua conexão demonstrada por evidências tanto funcionais (Tulving, 1985; Tulving, 2005) quanto neuronais (Ledoux & Brown 2017). Antes de avançar sobre a HOTEC de Ledoux (Brownn et al, 2019), se pondera sobre os modelos da SMH de Damasio (Damasio, 2010), da GNW de Dehaene e colegas (Dehaene et al., 2006) e da AIR de Prinz (Prinz, 2012) para discorrer sobre os nexos entre a consciência e a cognição (memória de trabalho e atenção *top-down*). É importante notar que, o outro mecanismo capital para a hipótese de trabalho, a saber, o mecanismo cognitivo-computacional que possui uma estrutura sintática hierárquica em seu cerne é mostrado no capítulo 2.

Em síntese, a ideia central na argumentação e, já pronunciada na introdução, é que a função do mecanismo consciente, neste caso, a consciência noética verbal é traduzir (codificar) as representações intrínsecas na forma de representações extrínsecas de natureza simbólica, disponíveis para a comunicação entre os organismos que possuem o

mesmo código linguísticos, que são as computações simbólicas ou *merge* capazes de decodificação (Hauser et al., 2002; Hauser et al., 2014) e outras interfaces da linguagem relevantes (Pinker & Bloom, 1990; Pinker, 2003; Pinker 2010). Desse modo, fica saliente que a comunicação e a linguagem co-evoluíram (Damasio & Damasio, 1992; Damasio, 2010), sendo que, a consciência antecede a linguagem e, por seu turno, a linguagem confere um novo grau de complexidade à consciência. Em outras palavras, a consciência de tipo noética verbal seria o nexo entre a comunicação em animais não-humanos, que usam os sistemas avançados de comunicação, e a linguagem em animais humanos e teria evoluído para função comunicativa, por seleção natural, conferido vantagens adaptativas sociais aos organismos que possuem tal sistema de dispositivos (neste caso, a consciência noética verbal, os subcomponentes da memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional).

A interação entre a atenção e a consciência é um dos tópicos mais abordados atualmente em estudos da consciência (Posner, 1994; Dehaene & Changeux. 2005; Lamme, 2006; Block, 2011; Lau & Rosenthal, 2011; Prinz, 2012). Por sua vez, Posner (Posner, 1994; Posner 2012) argumenta que o mecanismo da atenção pode ser útil para explicar a consciência da percepção e corporal e contextos de tomada de decisão: a habilidade de tomar decisões pode significar ir contra certas tendências provenientes dos estímulos imediatos (viesses e heurísticas) e dependem da ação de mecanismos de inibição de atividade neuronal nas áreas perceptuais e destes mecanismos de controle da ação serem independentes, até certo ponto, do processamento perceptivo endógeno e exógeno (Posner, 2012).

Posner (Posner, 1994) destaca um dispositivo existente em mamíferos que permite a distinção entre as áreas perceptuais e as áreas motoras, em especial, isso se deve à propriedade funcional do sistema formado pelo giro cingulado anterior (ACC), além disso, o córtex premotor e motor, que também dão apoio à consciência da tomada de decisão (Posner, 1994; Posner, 2012). Desse modo, o surgimento destas áreas, e dos mecanismos inibitórios das estruturas do PFC, precisamente, correspondendo ao mecanismo de atenção seletiva, possibilitam que, mesmo se os estímulos sensoriais e endógenos dirigem a decisão para uma preferência comportamental, o organismo pode controlar conscientemente e decidir não executar tal ação (Posner, 1994; Posner, 2012).

Adicionalmente, Dehaene e colegas (Dehaene & Changeux 2005; KOUIDER, 2010, Mashour et al., 2020) reconhecem o papel das áreas pré-frontais como suporte do mecanismo da atenção seletiva e a sua função chave na ignição do espaço de trabalho global, bem como, no favorecimento para a tomada de decisão da informação transmitida pelas redes globais. Em consonância, Rosenthal e colegas (Rosenthal, 1992; Lau & Rosenthal, 2011) argumentam que as HORs constituem tais estados atencionais mantidos por redes fronto-parietais, contudo, Boly e colegas (Boly et al., 2017) e, mais incisivamente, Lamme (Lamme, 2006; Lamme, 2020) entendem que, neuralmente, as áreas visuais estriatais, extraestriatais e o córtex associativo (Koch et al., 2016) são suficientes para as experiências conscientes, dando conta de toda a riqueza e complexidade, posição que é congruente à de Block (Block, 2011).

Outro ponto vital da argumentação deste trabalho, que é tocado em uma subseção sequente da atual seção 6, são as evidências sobre como a atenção e a memória de trabalho interagem entre si. O controle cognitivo orienta o comportamento controlando o que, quando e como a informação é representada no cérebro (Miller & Cohen, 2001), por exemplo, no controle da atenção sobre o processamento sensorial, os sinais *top-down* do córtex pré-frontal e parietal fortalecem a representação de estímulos relevantes para a tarefa (Buschman & Miller, 2007). Uma analogia semelhante é hipotetizada afirmando que um mecanismo semelhante de seleção controla as representações mantidas na memória de trabalho (Gazzaley & Nobre, 2012; Sprague et al., 2016; Myers et al., 2017; Ester et al., 2018).

Tais pesquisas (Panichello & Buschman, 2021) demonstram que os mecanismos neurais compartilhados estão por trás da seleção de itens da memória de trabalho e da atenção aos estímulos sensoriais, ou seja, os neurônios no PFC que focam a atenção em estímulos sensoriais são os mesmos que focam em um item na memória de trabalho. Se observa, em participantes de um experimento para selecionar um item de um conjunto de itens mantidos na memória de trabalho ou de atenção dirigida ao estímulo de um conjunto de estímulos visuais, que as representações neurais dessas memórias se realinham quando se selecionam as memórias, as quais, se vai agir sobre (Panichello & Buschman, 2021). Resumidamente, acredita-se que os mesmos neurônios no córtex pré-frontal lateral

($_{L}$PFC), além dos campos oculares frontais, do córtex parietal e da área V4[46], direcionavam a atenção e que também eram usados para selecionar um item da memória de trabalho. Desse modo, o PFC usa uma representação para controlar tanto a atenção *top-down* quanto a memória de trabalho.

Finalmente, o argumento requer ainda uma parte explicativa acerca da interação entre a atenção e a linguagem. Embora se suponha que a maioria dos processos linguísticos subjacentes à produção da linguagem ocorre automaticamente, as evidências acumuladas sugerem que esses processos requerem alguma forma de atenção, como a codificação fonológica realizada pelo subcomponente da memória de trabalho (Cook & Meyer, 2008; Roelofs, 2012; Meyer et al., 2012). Não somente este mecanismo linguístico, mas outros condizentes com as fases iniciais do processamento linguístico também demandam atenção (Montgomery et al., 2009). Desse modo, os diferentes estágios de produção de palavras, como aquele apontado acima, podem exigir essas diferentes habilidades de atenção em diferentes graus (Posner & Rothbart, 2007; Spauding et al., 2008). Alguns pesquisadores (Garrod & Pickering, 2007), argumentam que os estágios iniciais dos processos de produção da linguagem (ou seja, a preparação conceitual e a recuperação das estruturas sintáticas) requerem mais atenção que os estágios posteriores (por exemplo, a codificação, a articulação e a formação das palavras).

5.1. Memória de Trabalho: um panorama

Os modelos de memória de trabalho (WM) são assentados em dois momentos distintos das pesquisas de Alan Baddeley e Graham Hitch (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b) como uma alternativa para o armazenamento de curto prazo no modelo

[46] Em humanos, vários estudos usando várias técnicas de imagem também mostraram um aumento na atividade do período de atraso no $_{L}$PFC, que abarcam as sub-regiões dorso e ventro-laterais ($_{DL}$PFC; $_{VL}$PFC). Por exemplo, usando imagens de ressonância magnética funcional (fMRI), a ativação sustentada foi medida no $_{L}$PFC, enquanto os participantes mantiveram as localizações espaciais na memória de trabalho com *delay* de vários segundos (Courtney et al., 1998). Adicionalmente, a necessidade da atividade com *delay* do PFC para a memória de trabalho é demonstrada por estudos que mostram que lesões no PFC produzem fortes déficits em tarefas de memória de trabalho (Tsuchida & Fellows, 2009). Complementarmente, há mais evidências, oriundas de estudos paradigmático, que destacam o papel da região $_{DL}$PFC (Goldman-Rakic, 1995; Levy & Goldman-Rakic, 2000). Estas descobertas formaram a base para a visão predominante de que o PFC é o local onde as informações sobre o estímulo a ser lembrado são armazenadas na memória de trabalho (D'esposito E Postle, 2015).

de memória do "multi-armazenamento" de Richard Atkinson e Richard Shiffrin (Atkinson & Shiffrin, 1968). O modelo de WM é composto por três subcomponentes: central executiva (CE); *phonological loop* (PL) e *visuo-spatial sketchpad* (VSSP). Depois, Baddeley (Baddeley, 2000b) acrescentou um quarto subcomponente: *episodic buffer* (EP). O correlato neural para WM é a área dorsolateral do córtex pré-frontal ($_{DL}$PFC), que é crítica para WM se for lesada, causando deficiências como problemas no sequenciamento de informações (Shalice, 1982). A associação do $_{DL}$PFC com a função de manipulação de informações como a capacidade de sequenciar a informação para direcionar o comportamento para um objetivo (resolver uma tarefa), assimilar e comparar a relação temporal entre os eventos (ações ou pensamentos ou estímulos ambientais) e evitar o foco em aspectos da síndrome de dependência ambiental (EDS) é demonstrado por pesquisas que trouxeram algo novo sobre os déficits na iniciação, cessação e controle da ação em pacientes com lesão (Conchiglia et al., 2007).

Alternativamente, o modelo Atkinson-Shiffrin (o modelo multi-armazenamento) afirma que a memória humana tem três componentes separados (Atkinson & Shiffrin, 1968): (1) uma memória sensorial (SM), isto é, um tipo de registro sensorial, na qual, a informação de caráter sensorial é memorizada; (2) uma memória de curto prazo (STM) cuja informação sensorial entra e é mantida para ser depois armazenada na memória de longo prazo; e (3) o armazenamento de longo prazo (LTM), onde as informações que foram mantidas on-line na memória de curto-prazo podem ser armazenadas por longo tempo.

Contudo, como visto acima, Baddeley e Hitch (Baddeley & Hitch, 1974), por sua vez, propuseram um modelo de WM mais complexo e subdividido em muitos componentes que teriam funções distintas na WM. Porém, apesar das diferenças, os dois modelos podem ser compatíveis, visto que, o modelo de WM de Baddeley e Hitch (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b) pode ser visto como um complemento e refinamento do modelo original de Atkinson-Shiffrin (Atkinson-Shiffrin, 1968). O caso da LTM é parecido, pois é difícil aceitar que as informações provenientes de sistema de memórias declarativo e não-declarativo, por exemplo, as informações acerca das habilidades motoras para tocar violino, para armazenar informações sobre os vocabulários e os fatos, e a memória para eventos da vida pessoal, sejam todos armazenados no mesmo local. Sendo assim, Tulving (Tulving 1985, Tulving, 2005) observa a importância de codificar a especificidade da LTM em três sistemas distintos,

como as informações de procedimentos, conhecimento semântico e episódio pessoais. No entanto, assim como no caso da WM, o modelo de Tulving (Tulving 1973; Tulving 1985; Tulving 2005) é mais preciso que o modelo original de Atkinson-Shiffrin (Atkinson & Shiffrin, 1968) para esclarecer as diferenças definidas na forma de como a informação é armazenada, dependendo se é episódica (memórias de eventos), processual (conhecimento de como fazer as coisas) ou semântica (conhecimento geral).

Em síntese, as funções da WM são variadas e estão relacionadas com outras formas de cognição como a linguagem, a atenção seletiva e a consciência. Primeiramente, a função da WM é manter a informação "*on-line*", isso significa que a informação está disponível para o processamento, ou seja, as informações para uso no desempenho de tarefas que requerem a ação de funções executivas tais como o raciocínio e o planejamento. Dentro desse sistema, a CE coordena os outros três subsistemas: a PL que mantém as informações verbais e auditivas; a VSSP que suportam as informações visuais e espaciais a serem processadas; e o EB que lidam e vinculam as informações por meio de domínios para gerar uma unidade integrada sobre as informações visuais, verbais e espaciais em um sequenciamento de tempo como uma cena de forma cronológica, além de promover uma conexão entre WM e a LTM. O EB cobre as informações semânticas e sonoras que não pertencem a PL e VSSP. Isso leva ao tópico chave que será proposto nesta seção, a saber, a relação da WM com a linguagem, o que justificaria o entendimento do mecanismo consciente com as funções linguístico-comunicativas.

Os subcomponentes da WM são fundamentais para esse intento: O EB é um sistema também relacionado com a linguagem, mas só funciona com o nível semântico da linguagem; enquanto que a PL está envolvida na codificação de informação simbólica sonora; e a VSSP diz respeito à informação simbólica escrita. Assim, se os dois primeiros lidam com diferentes tipos de informação enquanto ela é processada, o EB gerencia essas informações de forma unitária para acessar também o LTM. A CE coordena esse processo como um todo, evitando conflitos entre as partes e possibilitando o trabalho em conjunto (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b; Baddeley, 2007; Baddeley, 2012).

O CE é responsável por direcionar a atenção seletiva para as informações relevantes, suprimir o irrelevante, controlar as ações inadequadas (por exemplo, controle da ação para interromper, iniciar e coordenar ações tarefas/ações e a superação de fortes respostas habituais) e coordenar o processo cognitivo quando mais de uma tarefa é

realizada simultaneamente (Baddeley, 1998a). Este sistema supervisiona a integração de informações e coordena outros sistemas que são a manutenção de curto prazo de informações de contextos distintos. O PL armazena os sons e as informações auditivas e estoca também as informações verbais e faladas (Jones et al., 2004). O VSSP trabalha com a informação visual e espacial relacionada com as imagens visuais ou mapas mentais, que podem ser representados e construídos simbolicamente. Como PL (*loop* articulatório e acústico), o VSSP é subdividido em dois subsistemas nomeados por visual e espacial, sendo o primeiro capaz de manter os dados sobre a forma, a textura, a cor da cena visual e o segundo é adaptado para os dados acerca de movimento e localização da área e alcance da cena visual (Logie et al., 1990). Os EB tratam as informações em uma representação episódica unitária, ou seja, as informações sobre tomada e ocorrência, mas com um armazenamento cronológico, que são fundamentais para a autoconsciência (Baddeley, 2000b).

5.2. Phonological Loop (PL): um dispositivo para a linguagem

O subcomponente *PL* (*articulatory loop*) *processa as informações auditivas e verbais codificadas linguisticamente* e é subdividido em duas partes, de um lado, um tipo de *armazenamento fonológico de curto prazo com os traços de memória auditiva que estão sujeitos a um rápido declínio (armazenamento fonológico)* e, de outro lado, *um componente de ensaio (rehearsal process) que pode recuperar os traços de memória declinados* (Baddeley, 1992; Baddeley et al., 1998b).

As evidências que PL é especializado em codificação de informação simbólica são demonstradas por três fenômenos conhecidos, a saber, *phonological similarity effect* (PSE) ocorre quando são confundidas as palavras que soam parecidas, *word-length effect* (WLE) que se refere ao fato que é mais difícil memorizar uma lista de palavras longas, e *articulatory suppression* effect (ASE) mostra que os melhores desempenhos podem ser alcançados se uma lista de palavras curtas for memorizada (Baddeley et al., 1998b). Embora o WLE e os ASE pareçam estar localizados no processo de ensaio (*rehearsal process*), acredita-se que a fonte do efeito de similaridade fonológica seja o armazenamento fonológico.

Para PSE, uma lista de palavras com som semelhante é mais difícil de lembrar que as palavras com som diferente. A similaridade semântica (semelhança de significado) tem comparativamente pouco efeito, apoiando a suposição de que a informação verbal é codificada fonologicamente em grande parte na WM (Baddeley, 1966). Além do mais, a memória para o conteúdo verbal é prejudicada quando as pessoas são solicitadas a dizer algo irrelevante em voz alta (o que será mostrado no parágrafo seguinte). Desse modo, se supõe que ocorra um conflito no processo de ensaio articulatório (*rehearsal process*), causando queda no desempenho para traços de memória no *loop* fonológico (armazenamento fonológico) (Baddeley et al., 1975).

Adicionalmente, há outras evidências sobre o intercâmbio entre PL e linguagem. Para a transferência de informações codificada (CIT), ou seja, se ocorrer um defeito na codificação do armazenamento fonológico, então haverá déficit específico na memória fonológica de curto prazo e queda no desempenho desta função, por exemplo, no caso de pacientes afásicos com dispraxia verbal do desenvolvimento que têm perda no desempenho da função de estabelecer os códigos motores da fala que possibilitam a articulação, devido à anomalia no processo de ensaio articulatório (*articulatory rehearsal process*) (Baddeley, 2007). Por fim, Baddeley e colegas (Papagno et al., 1991) realizaram experimento usando ASE com adultos e pacientes neurológicos aprendendo uma língua estrangeira e concluíram que o papel do PL na aquisição de vocabulário de língua estrangeira por adultos é crucial, sobretudo, para o processamento lexical.

Inicialmente, para destacar a ligação entre PL e linguagem, um conhecido experimento da década de 1980, de Baddeley e colegas, pode ser resgatado (Baddeley, 1986). Aos participantes foi solicitado memorizar uma lista de palavras enquanto dizem em voz alta "*the, the, the* ..." antes de cada palavra. Neste caso, WLE tem resultado estatisticamente não significativo, isto é, a diferença de desempenho entre as listas de palavras longas e curtas é nivelado, sendo que ambas as listas são memorizadas igualmente em baixa performance. A interpretação dada por Baddeley (Baddeley, 1986) é que a repetição constante da palavra "*the*" impede o ensaio (*rehearsal process*) das palavras na lista, independentemente se a lista contiver palavras longas ou curtas. As descobertas se tornam ainda mais drásticas na segunda fase do experimento, na qual, os participantes foram novamente solicitados a dizer em voz alta "*the, the, the* ..." antes de cada palavra, no entanto, em vez de memorizar as palavras de uma lista de palavras curtas

ou longas, a tarefa agora era lembrar as palavras que foram ditas a eles ou mostradas a eles escritas em papel.

Os resultados indicaram que o desempenho dos participantes foi significativamente melhor se as palavras fossem apresentadas a eles e não lidas em voz alta. Baddeley (Baddeley, 1986; Baddeley, 1992; Baddeley et al., 1998) interpretou que o desempenho em uma tarefa de memória é melhorado se os dois estímulos puderem ser tratados em componentes distintos da WM. Como a codificação a partir da leitura das palavras é feita no VSSP, enquanto que da fala do artigo definido "*the*" é codificada por PL, as duas tarefas não conflitariam. O desempenho bastante ruim de ouvir as palavras durante a fala pode ser explicado pelo fato de que tanto a audição quanto a fala são tratadas no PL e, portanto, as duas tarefas entram em conflito entre si, diminuindo o desempenho da memorização. Aqui, a CE tem um papel importante na organização do funcionamento dos dois sistemas ditos “escravos” (Baddeley, 1992).

Em síntese, *PL parece estar envolvido na ampliação do léxico*, ou seja, *na aquisição de novas palavras de uma língua*. Considerando que as palavras representam os blocos básicos de construção da linguagem e que o conhecimento do vocabulário limita tanto a produção da linguagem falada pelo falante quanto a compreensão da linguagem produzida por outros, então o aprendizado do vocabulário da língua nativa é um dos aspectos mais importantes da aquisição da linguagem (Baddeley et al., 1998). Por isso, parece que o papel que se atribui a PL, de auxiliar na aprendizagem de novas palavras, não é, portanto, de forma alguma trivial.

5.2.1 Phonological Loop e Sintaxe

Depois de debater acerca da relação entre a codificação informacional realizada pela WM, detalhadamente, pelo subcomponente *PL* para a aquisição de novas palavras que constituem o léxico de uma língua, sobrevém uma questão, a saber, se esse dispositivo de aquisição possui alguma relação com a sintaxe do sistema cognitivo-computacional? Esta perspectiva diria respeito à função do sistema de *loop* como *mediador inicial do uso do conhecimento sintático*, bem como o aprendizado de palavras individuais. Alguns pesquisadores (Baddeley, 2003) que estudam o desenvolvimento e a aquisição da linguagem realizaram estudos e focaram nos anos pré-escolares e escolares de crianças, pois estes *são caracterizados pelo rápido exercício das regras sintáticas* pelas crianças,

e esse conhecimento sintático é em si a fonte de uma variação individual muito considerável. Desse modo, pesquisadores (Holsgrove & Garton, 2007), na área de linguagem infantil, têm argumentado que uma das maneiras pelas quais esse desenvolvimento sintático é alcançado ocorre mediante o acúmulo, pela criança, de um *depósito de padrões de linguagem complexos que são usados tanto como modelos para seus próprios enunciados quanto para a abstração das regras que regem a linguagem* (Pinker, 1996). Speidel (Speidel, 1993) propôs que os enunciados de múltiplas palavras a serem aprendidos devem primeiro ser retidos na WM, no subcomponente fonológico, *como um sistema que codifica inicialmente as informações simbólicas*. Segunda tal visão, a integridade das representações fonológicas temporárias da WM dos enunciados incide na velocidade e na precisão que as representações LTM mais permanentes serão construídas (Speidel, 1993).

De acordo com a estrutura teórica apresentada por Gathercole (Gathercole, 2006), o aprendizado de palavras deve ocorrer lentamente no *Specific Language Impairment* (SLI), e geralmente é esse o caso. No entanto, para a maioria das crianças, o vocabulário é menos prejudicado que a sintaxe levantando a questão de saber se o STM fonológico está implicado no funcionamento da sintaxe, bem como do vocabulário. No artigo de 1998, Baddeley e colegas (Baddeley et al., 1998) revisaram as evidências de que, em crianças com desenvolvimento típico, a repetição de não-palavras, uma medida da capacidade do PL, estava relacionada não apenas ao aprendizado do vocabulário, mas também à aplicação da sintaxe. Tal modelo teórico da WM era atraente para aqueles que trabalhavam com SLI, porque sugeria que um déficit em um único sistema de memória especializado, como PL, poderia explicar toda a gama de déficits linguísticos observados em crianças com problemas de linguagem, pois este *componente trataria da codificação primária de muitos elementos simbólicos* (Gathercole, 2006).

Neste caso, não haveria a necessidade de invocar o comprometimento específico de um domínio de habilidades especializadas mais tardios como os mecanismos sintáticos (Gathercole, 2006). Ao que tudo indica, há duas premissas básicas: (1) primeiro corresponde ao funcionamento do armazenamento temporário e a sustentação que a fala recebida precisa ser mantida em um *buffer* temporário de *codificação inicial*, enquanto a análise sintática é realizada depois, assim, essa operação será dificultada se houver um rápido decaimento do conteúdo em PL; (2) a segunda prevê que *as habilidades sintáticas deficientes ocorrerão se a criança persistir em analisar a fala recebida no nível da sílaba,*

em vez de identificar os segmentos fonêmicos individuais, isso pode levar ao baixo desempenho na repetição de não-palavras e a criança pode não reconhecer que palavras como "*walked*", "*hoped*" e "*ried*" terminam com o mesmo som e, portanto, falham em extrair uma regra morfossintática da formação do pretérito (Gathercole, 2006).

Crianças com SLI, uma condição diagnosticada quando uma criança não consegue desenvolver a linguagem em um ritmo tipicamente normal, apesar do progresso adequado em outras áreas, *mostram dificuldade em uso da sintaxe e morfologia, com a expressão linguística mais severamente prejudicada que a compreensão* (Bishop, 1992). Estudos correlacionais de crianças com desenvolvimento neurotípico também sustentam uma ligação entre a capacidade de *PL* em crianças pequenas e a *produção de fala*, assim como um estudo (Daneman & Case, 1981) apresentou resultados que a performance de crianças na produção de palavras longas, ou seja, a extensão de palavras produzidas era superior daquelas em idade cronológica (crianças de 2 a 6 anos de idade) em tarefa de aprendizado de gramática artificial. De modo parecido, Blake e colegas (Blake et al., 1994) atualizaram os resultados que a amplitude de palavras pode prever a duração média da fala em crianças de 2 a 3 anos melhor que a idade cronológica.

Estudos posteriores correlacionaram a *produção da fala* espontânea em grupos com *boa performance em memória fonológica de extensão de dígitos e a repetição de não-palavras e um grupo com desempenho relativamente baixo* (Adams & Gathercole, 1995), o desempenho em memória e expressões linguísticas mais longas (Adams & Gathercole, 1996) e a aquisição sintática de segunda língua (Ellis & Beaton, 1993). Além do mais, vale ressaltar um índice estatisticamente significativo que fortalece a correlação PL e a compreensão de leitura (Holsgrove & Garton, 2007). Isso quer dizer que PL desempenha um papel crucial em decodificar sons da linguagem oral e *estocar isso na memória é possível, pois o processamento fonológico refere-se à capacidade de empregar efetivamente a correspondência entre a estrutura sintática sonora da linguagem oral e a ortografia alfabética da linguagem escrita* (Tunmer & Hoover, 1992). As conclusões que podem ser tiradas deste estudo (Holsgrove & Garton, 2007) são que a competência dos alunos do ensino médio em compreensão de leitura depende tanto do *processamento sintático quanto do processamento fonológico, que a competência no processamento sintático distingue leitores competentes dos menos competentes e que o domínio fonológico loop desempenha um significativo no processo geral de compreensão.* Novamente, além das evidências de uma relação entre a função da PL

durante a aquisição da linguagem e o complemento do vocabulário, há evidências para o posterior processamento sintático e da compreensão linguística (Baddeley et al., 1998; Baddeley, 2003)[47].

Por fim, contudo, há críticas dessa proposta concluindo para a fraca correlação entre a PL e a sintaxe (Bishop, 1992; Norbury Et, Al., 2001; Bishop et al., 2006). A primeira indicação disso veio de correlações simples entre as medidas de repetição de não-palavras e a sintaxe em crianças com SLI, que eram muito mais fracas do que seria previsto se o STM fonológico fosse um fator importante na execução da sintaxe (Norbury et al., 2001). Evidências adicionais para a independência entre PL e sintaxe foram trazidas por Bishop e colegas (Bishop et al., 2006) que estudaram uma amostra de 173 pares de gêmeos de 6 anos de idade, selecionados para incluir uma alta proporção de crianças com SLI. Tais testes questionaram se os déficits de tipo SLI são todos correlacionados com limitações funcionais do subcomponente PL.

Contudo, uma alternativa à crítica para dizer que performance pobre em PL pode implicar SLI, é argumentar que a repetição deficiente de não-palavras será um forte correlato de comprometimento da linguagem se for acompanhado por outros fatores de risco cognitivo (Gathercole, 1996). Portanto, os dados sobre comprometimento da sintaxe e da PL dão suporte à essa interpretação se ambas forem afetadas, não obstante, a sugestão é que a criança que tem apenas STM fonológica fraca ou apenas tem domínio lento da sintaxe, pode apresentar poucas dificuldades de linguagem evidentes, mas se ambos os déficits ocorrerem em combinação, o impacto nas habilidades de linguagem cotidianas é muito mais grave (King & Just, 1991; Gathercole, 1996; Schwering & Macdonald, 2020; Delage & Frauenfelder, 2020).

5.3. Visuo-spatial SketchPad (VSSP): um dispositivo para informações visuais e espaciais

[47] Adicionalmente, tais resultados trazidos são compatíveis com os modelos computacionais de aquisição de linguagem em que um único mecanismo sustenta o aprendizado de palavras isoladas e das propriedades morfológicas da linguagem (Plunkett & Marchman, 1993).

No VSSP, dito de modo direto, as informações visuais e espaciais são tratadas. Isso significa que as informações sobre a posição e as propriedades dos objetos podem ser armazenadas. Como vimos no experimento acima (Baddeley et al., 1986), o desempenho diminui se as duas tarefas distintas são tratadas no mesmo subcomponente da WM e se forem executadas simultaneamente. Contudo, há outro exemplo que ilustra esse efeito (ASE). Um experimento paradigmático foi conduzido por Brandimonte e colegas (Brandimonte et al., 1992): aos participantes foi pedido para dizer em voz alta "la, la, la ..." e, ao mesmo tempo, eles receberam a tarefa de subtrair uma imagem parcial de uma imagem inteira, de modo que, a subtração teve que ser feita mentalmente, porque as duas imagens foram apresentadas apenas por um curto período de tempo. O resultado interessante é que os achados são opostos às expectativas iniciais de baixo desempenho dos participantes em uma ou nas duas tarefas, mas o desempenho não só não diminuiu quando comparado a fazer a tarefa de subtração sozinho, e sim o desempenho até aumentou.

A interpretação, de acordo com Brandimonte e colegas (Brandimonte et al., 1992), é que isso se deve ao fato de que a tarefa de subtração parecia mais fácil se lidada no VSSP que no FL. Um segundo traço interessante do *design* experimental foi que tanto as figuras fornecidas inicialmente quanto as imagens resultantes eram também nomeadas, ou seja, verbalizadas, uma tarefa que o FL tem mais facilidade em lidar. Isso implica dizer que, com base no que foi mencionado acima, devido às disposições funcionais dos dois subcomponentes, a subtração de uma imagem parcial a partir de uma imagem inteira pode ser melhor executada se for feita visualmente, então o desempenho aumentava se os participantes fossem forçados a realizar essa tarefa visualmente, ou seja, se fossem forçados a usar o subcomponente que é mais adequado para a tarefa em questão (Brandimonte et al., 1992).

O dado curioso é que, apesar de PL e VSSP lidarem com tipos distintos de informações, ou seja, o VSSP é pensado para ser o armazenamento de WM particular, na medida em que, não interfere com os processos de curto prazo do FL, pois o VSSP pode funcionar simultaneamente com o FL para processar estímulos visuais e auditivos de tal modo que nenhum dos processos afete a eficácia do outro, contudo, houve a necessidade de trabalho simultâneo de alguma forma para realizar a tarefa (Turnbull et al., 2012). Sobre essa condição, o outro subcomponente da WM que conecta esses dois subcomponentes é o CE (Logie et al., 1990; Logie & Pearson, 1997), que é abordado na

próxima subseção, foi implicado nesse processo coordenando cada subsistema em uma tarefa específica. Desse modo, o VSSP é o armazenamento do tipo de informação visual e espacial para a manipulação.

É reconhecido que a memória visuo-espacial de curto prazo pode reter as informações visuais e/ou espaciais durante breves períodos de tempo (Baddeley &. Lieberman, 2018e). Durante a execução da VSSP, os organismos podem gerar e revisar temporariamente uma imagem mental que pode ser manipulada em tarefas complexas ou difíceis de orientação espacial (Phillips & Baddeley, 2018). Quando há atividade funcional desproporcional aos casos neurotípicos, danos cerebrais podem causar anomalias em uma e não em outra função (Turnbull et al., 2012). Outro ponto crucial de cuidado é a distinção para a memória sensorial visual, que é transitória e muito mais fugaz que VSSP, que desaparece se não for objeto de atenção seletiva *top-down* (Baddeley, 2007).

O modelo de WM visual ($_{V}$WM) de Robert Logie adiciona dois componentes que funcionam em separado (Logie & Pearson, 1997; Logie, et al., 2018). O VSSP consiste na memória espacial de curto prazo e na memória de objeto. Suscintamente, a codificação espacial de VSSP refere à representação do objeto em contexto de "*Where*", na qual, ele está em representação comparativa com os outros objetos numa cena de espaço visual. De outro modo, a codificação informacional na memória de objeto do VSSP é essencial para representar no sentido de "*What*" em um contexto daquilo que o objeto é (Logie et al, 2018). Isso é interessante, pois as diferenças funcionais correspondem aos diferentes caminhos de cada uma das funções no cérebro: o fluxo dorsal refere ao caminho visual no cérebro, que detecta a representação espacial de uma pessoa em relação ao ambiente; o fluxo ventral é a via visual que codifica as formas, tamanhos, cores e outras características definitivas dos objetos (Turnbull et al., 2012). Como foi dito no parágrafo anterior, essa é a perspectiva do fracionamento (*visual* e *inner caches*), ou seja, cada um desses dois fluxos/caminhos/vias é independente um do outro (Klauer & Zhao, 2004), de modo que, um dos componentes visuais pode processar informação sem o outro, se a outra via sofrer algum dano.

Em estudos de neuroimagem com PET, as tarefas de VSSP para a codificação (armazenamento e ensaio) de objetos visuais ativaram principalmente áreas pré-frontais no hemisfério esquerdo (PFC_L), enquanto as tarefas com a informação espacial

(armazenamento e ensaio) ativaram mais áreas no hemisfério direito (PFC_R), além de regiões occipitais e frontais inferiores, no caso da codificação espacial, e a área IT, no caso da codificação de objetos. Um exemplo, poderia ser, no caso da codificação espacial de armazenamento, as áreas parietais posteriores são mais ativas, enquanto que, no processamento de ensaio (*rehearsal spatial processing*), a área pré-motora é mais ativa (Smith & Jonides, 1997). Alternativamente, outro estudo (Courtney et al., 1998) usando fMRI, para o mesmo sistema de codificação espacial em humanos, identificou uma área do sulco frontal superior, mais superior e posterior que a área de Brodmann 46 (BA 46 ou $_{DL}$PFC) conforme sugerida pela literatura (Smith et al., 1996). Portanto, se os dois fluxos não dependem um do outro, então, se um estiver funcionando codificando a informação pertinente, o outro ainda poderá enviar as suas informações (Baddeley, 2007).

5.3.1. VSSP e SLI: há evidências de interação com a linguagem?

Como abordado na subseção anterior, VSSP se refere à capacidade de manter em mente e relatar imediatamente as informações/detalhes espaciais ou visuais. Dificuldades com o armazenamento visuo-espacial em crianças com SLI podem não ser esperadas se as suas limitações forem exclusivas da linguagem, no entanto, dadas evidências de fatores não-linguísticos associados ao SLI (Bishop, 2002) é significativo avaliar se esse aspecto da WM contribui para os debates em torno da especificidade do SLI. Muitos estudos de crianças com dificuldades de linguagem não encontraram evidências de deficiências no funcionamento de VSSP (Gathercole, 2006), mas Vugs e colegas (Vugs et al., 2013) conduziram uma pesquisa de meta-análise sobre 21 estudos separados de VSSP em crianças de várias idades com SLI, abrangendo 32 diferentes critérios de VSSP (por exemplo, em tarefas de codificação de informações visuais para formas, imagens, pontos, blocos, movimentos das mãos).

Neste estudo (Vugs et al., 2013) foi comparado o desempenho em tarefas ligadas ao VSSP em crianças neurotípicas e aquelas com SLI, e o tamanho médio do efeito foi de (d = 0,49), que é classificado como "médio" em tamanho. Além do mais, a idade dos participantes não era correlacionada com a significância estatística ao tamanho do efeito, mas sim os critérios de inclusão para SLI foram importantes: os tamanhos de efeito maiores foram relatados para os estudos que definiram SLI como exigindo dificuldades em dois ou mais (d = 0,70), em oposição a apenas um (d = 0,32) domínio de linguagem

(incluindo aspectos fonológicos, morfológicos, lexicais e gramaticais.). Complementarmente, Vugs e colegas (2013) concluíram que as dificuldades das crianças com SLI em tarefas de armazenamento de VSSP eram menores em magnitude que as dificuldades de armazenamento verbal. Em outras palavras, quando comparadas à magnitude do déficit de WM nas duas modalidades (armazenamento visuo-espacial e codificação de informação verbal), o déficit para WM visuo-espacial não é maior que o déficit para WM verbal como sugere também a meta-análise de Graf Estes e colegas (2007). Desse modo, é possível que as crianças com SLI tenham dificuldades, em particular, com a complexidade visual (Leclercq et al., 2012). De forma mais geral, a evidência de VSSP mais fraco em crianças com SLI pode questionar a especificidade dos distúrbios de linguagem em crianças com SLI (Vugs et al, 2013).

Finalmente, uma questão pertinente na avaliação da pesquisa sobre VSSP e SLI é que a evidência pode às vezes ser confundida com o conteúdo verbal nas próprias tarefas "não-verbal", ou a possibilidade de usar uma estratégia verbal (Botting et al., 2013). Nesse caso, as dificuldades do VSSP podem refletir o uso pobre ou de baixo desempenho dessa mediação verbal para as tarefas de informação visuo-espacial (Archibald & Gathercole, 2006a). No entanto, poucos estudos elaboraram tarefas de VSSP que requerem mediação e estratégias verbais, e a meta-análise de Vugs e colegas (2013) mostraram dois pontos, a saber, que a codificação verbal durante tarefas visuo-espaciais é improvável de ser medida em crianças menores de sete anos e que não foram encontradas diferenças de idade entre as crianças mais novas e as mais velhas (Vugs et al., 2013).

5.4. Central Executiva (CE)

A principal função da CE é coordenar a atividade tanto de FL quanto VSSP simultaneamente. Os dois subcomponentes anteriores possuem a sua especificidade e uma ligação mais forte e mais fraca com a codificação de informação linguística. Nesta subseção, *o foco consiste em demonstrar a função primeira da CE* (Baddeley, 2010) *e a sua ligação com a consciência* (Bor & Seth, 2012; Persuh et al., 2018), *como o componente coordenador da WM*. Esse é um movimento imprescindível da hipótese de

trabalho, pois é fundamental discorrer sobre a consciência e a WM, se a intenção é propor uma definição de consciência como um mecanismo tradutor de estados internos em externos, ligado à WM e à linguagem, isto é, um dispositivo tradutor (codificador e decodificador) de estados internos em externos com finalidade comunicativa.

Primeiramente, *CE é um sistema flexível que exerce função de controle sobre os demais subcomponentes do Modelo da WM* (Baddeley, 1992; Baddeley, 2003; Baddeley, 2010; Baddeley, 2018a; Baddeley, 2018b), além de participar de demais processos cognitivos como os atencionais (Shallice & Warrington, 1970; Shallice, 1982). O CE possibilita que os subcomponentes da WM trabalhem juntos e resolve os potenciais conflitos empregando o foco e direcionando as informações, originadas na WM, para a posterior consolidação na LTM (Baddeley, 2010). *O CE é considerado um componente supervisor da WM, que controla os seus processos internos, certificando e garantindo que o armazenamento de curto prazo esteja funcionando ativamente e assistindo o funcionamento das funções executivas, como aquelas ligadas à tomada de decisão e a ação* (Baddeley, 2018a).

Para se ter uma visão disso, considere um exemplo de alguém dirigindo um carro e o seu passageiro, no banco do passageiro, tem um mapa e dá as instruções ao motorista quanto as direções para chegar ao destino. Seguindo no exemplo, considere que as direções são dadas verbalmente, ou seja, são tratadas pelo subcomponente FL, enquanto a percepção do trânsito como um todo, isto é, os pedestres, a sinalização, as luzes do farol, os outros carros e potenciais distrações são processadas pelo subcomponente VSSP. Se o motorista tentar seguir as instruções dadas pelo passageiro-navegador, então é preciso combinar os dois tipos de informação relevante, a verbal e a visual-espacial, processadas por subcomponentes da WM distintos. Para que não haja conflito e confusão, podendo resultar numa escolha e ação desvantajosas, a ligação dos dois subcomponentes, de modo coordenado, é feita pela CE.

Adicionalmente, como foi dito acima, *a CE é importante para a consolidação de LTM e recuperação e evocação das memórias semânticas e episódicas* (Ledoux, 2019) e *é dependente do tipo de processamento envolvido* (Cowan, 2008; Rose & Craik, 2012). Neste caso, o processamento profundo, "*Deep Processing*", refere à duração da manutenção da informação na WM e da quantidade de informação armazenada, sendo essa uma questão importante, pois esta última é armazenada por mais tempo se for

interpretada e visualizada semanticamente em relação às outras informações já armazenadas na LTM (Rose & Craik, 2012). No entanto, o processamento raso (*Shallow Processing*) envolve o processamento sintático puro (ou *Pure syntactical processing*) e é o caso quando alguém, em uma tarefa, lê um texto contendo erros de digitação e identifica os erros (Rose & Craik, 2012; Koorneef & Reuland, 2016).

Ainda no tocante ao assunto das funções da WM, além da coordenação dos ditos "sistemas escravos" (Baddeley, 1992), na literatura ainda aparecem outras propriedades atribuídas à CE da WM como a *interação com a atenção seletiva top-down, a função de atualização e codificação das informações recebidas e a substituição das informações antigas*. Além disso, constam as habilidades de codificar as informações de ligação de várias fontes em episódios coerentes e de alternar entre as tarefas ou as estratégias de recuperação, assim, uma função de inibição, mediante a supressão das respostas dominantes ou automáticas (Miyake et al., 2000; Andrade, 2001; Baddeley, 2003; Friedman, et al., 2008; Mccabe et al., 2010; Bor & Seth, 2012; Cowan, 2014; Hart Jr, 2016, Ledoux & Brown, 2017; Panichello & Buschman, 2021).

Ainda nessa linha de pensamento de que CE pode interagir com a atenção *top-down* e o aprendizado, Baddeley e Della Salla (Baddeley & Della Sallla, 1996) conduziram os estudos com o paradigma "*dual task*" (por exemplo, tarefas de memória e uma tarefa de rastreamento), envolvendo pacientes com demência de tipo Alzheimer (DAT), e descobriram que os pacientes com DAT são prejudicados ao realizar múltiplas tarefas simultaneamente, mesmo quando a dificuldade das tarefas individuais é adaptada às suas habilidades. As ações individuais em tarefas particulares são até bem executadas, mas à medida que a DAT avança, a realização de duas ou mais ações torna-se cada vez mais difícil (Baddeley et al., 2018f). Esta pesquisa mostrou que a deterioração do CE (*Dysexecutive Syndrome*), em indivíduos com DAT, pode comprometer a atenção, por exemplo, na performance em tarefas de mudança de atenção (*switch attention*) e a capacidade de focar a atenção sobre um fluxo informacional relevante (Baddeley & Della Sallla, 1996; Baddeley, 2007; Baddeley et al., 2018f).

5.4.1. A Relação entre a Central Executiva, a Atenção Seletiva e a Memória de Longo-Prazo

Existe um amplo consenso de que a WM está intimamente relacionada à atenção (Baddeley, 1993; Awh et al., 1998; Cowan et al., 2005; Chun, 2011). Existe uma primeira divisão entre o conceito de *atenção como um recurso limitado* e o conceito de *atenção como processamento seletivo de informações*. As teorias que conceituam a atenção como um recurso assumem que esse recurso é responsável pela capacidade limitada da WM: *a atenção é vista como recurso para armazenamento e processamento*. Diferentemente, se pensar *a atenção como um mecanismo de seleção*, geralmente não é invocada para explicar o limite de capacidade da memória de trabalho.

No entanto, se indaga como as diferentes formas de atenção interagem com a memória de trabalho em duas áreas principais, a saber, a primeira diz respeito à *seleção atencional do conteúdo da memória de trabalho controlada por mecanismos de filtragem de estímulos irrelevantes e remoção de representações não mais relevantes da memória de trabalho*. Dentro do conteúdo da memória de trabalho, um único item é frequentemente selecionado no foco de atenção para o processamento. A segunda área diz respeito *ao papel da memória de trabalho no controle cognitivo*. A *memória de trabalho* contribui para *controlar a atenção perceptiva, mantendo os modelos para os alvos de seleção perceptiva, e para controlar a ação, mantendo os conjuntos de tarefas para implementar os objetivos atuais*. São estas duas últimas funções que interessam aqui.

Alguém poderia ser levado a pensar que a CE é o principal subcomponente da WM, devido ao seu *papel de controle e organização em relação aos outros subcomponentes*, que por estar relacionado aos outros subcomponentes, a CE seria um tipo de "*rag bag*", no qual, poderia ser "enfiada" toda a complexa seleção de estratégia, planejamento e verificação da recuperação de informação que ocorre quando os sujeitos executam uma mesma tarefa de intervalo de dígitos e, por fim, que a CE seria como um homúnculo, primeiramente, pelo motivo de estar relacionado ao modelo de *Supervisory Activating System* (SAS) (Norman & Shallice, 1986) e as funções de controle em tarefas complexas e de mudança de orientação (Baddeley et al., 2001).

Em uma tentativa de contornar as objeções que a CE é um homúnculo, o modelo de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley et al., 2001) tem a vantagem de relacionar a WM com o estudo de Shallice e colegas (Norman & Shallice, 1986) sobre os pacientes com lesão no lobo frontal e disfunção com lapsos de ação. No entanto, outra possibilidade é aceitar o homúnculo com todas as suas limitações, mas argumentar que

tal conceito não é útil para explorar as funcionalidades dos subcomponentes da WM, no entanto, somente para definir as funções desempenhadas pelo "homúnculo" (Baddeley, 2007).

Se a WM contribui para o funcionamento dos processos executivos postulados, no parágrafo anterior, por exemplo, então é de supor que são cruciais e, portanto, estas modalidades devem operar juntamente aos subcomponentes e serem aplicáveis à série de situações e tarefas. Considerando os dois modelos tratados aqui, a saber, o Modelo da WM de Baddeley e colegas (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2007) e SAS de Shallice e colegas (Shallice & Warrington, 1970; Norman & Shallice, 1986), então a capacidade de focar a atenção, a capacidade de dividir a atenção entre duas tarefas simultâneas, a capacidade de alternar a atenção de uma tarefa para outra e, finalmente, a capacidade de integrar a memória de trabalho e o LTM parecem ser relevantes.

A relação entre a WM e a atenção seletiva pode ser usual se as informações puderem ser selecionadas para serem trazidas para o WM, a partir da percepção ou recuperadas da LTM. Essa seleção é em grande parte controlada, visto que, apesar que os organismos sejam bons nisso, eles não são perfeitos em permitir que apenas as informações relevantes entrem no WM e em ter controle sobre quais informações manter no WM e quais remover (Oberauer, 2019). Como dito acima, há duas principais razões que sustentam uma relação de interdependência entre a atenção e a memória de trabalho: (1) primeiro, há uma vantagem funcional, pois, a memória tem uma capacidade limitada e, portanto, a atenção determina o que será codificado funcionando como um filtro; (2) segundo, a memória da experiência passada orienta o que deve ser foco da atenção. Se considerar (1), a divisão da atenção durante a codificação impede a formação de memórias conscientes, embora o papel da atenção na formação de memórias não-conscientes seja mais complexo. Essas memórias podem ser codificadas mesmo quando há outra tarefa simultânea, mas os estímulos a serem codificados devem ser selecionados entre outros estímulos concorrentes (Logothetis et al., 1996; Logothetis, 1998)[48]. Se

[48] Como foi descrito em (1), o subcomponente de processamento executivo e as capacidades adicionais atribuídas a ele surgem a partir das exigidas por este sistema além da capacidade de coordenar atividades de subcomponentes distintos no tempo e de mudar as estratégias de uma tarefa de recuperação de informação para referir às capacidades adicionais de atender seletivamente à um fluxo de informações, enquanto outros são descartados (Myers et al., 2017). Complementarmente, os mecanismos neurais de modulação *top-down* servem como uma estrutura comum para os processos de atenção seletiva, a serviço de objetivos perceptivos, e daqueles que fundamentam os diferentes estágios das operações dos subcomponentes de WM (Miller & Cohen, 2001; Buschman & Miller, 2007).

considerar (2), então as áreas do cérebro que são importantes para a memória, como o hipocampo e as estruturas do lobo temporal medial, são recrutadas em tarefas de atenção, e a memória afeta diretamente as redes frontoparietais envolvidas na orientação espacial (Desimone, 1996; Yi & Chun, 2005). Assim, explorar as interações entre a atenção e a WM pode fornecer novos *insights* sobre esses tópicos fundamentais para a hipótese de trabalho.

No entanto, cabe perguntar como a informação é selecionada para acessar a WM? Alguns mecanismos responsáveis são: a *filtragem da informação perceptiva* (*Filtering Perceptual Information*), quando a atenção tem um papel crucial em selecionar o estímulo que será codificado na WM (Baddeley et al., 1993); *a recuperação seletiva da LTM* (*Selective Retrieval from Long-Term Memory*), pois, para que o sistema WM funcione efetivamente, ele precisa recuperar as informações da LTM seletivamente, de modo que, apenas as informações úteis para a tarefa atual entrem no WM (Oberaurer, 2009); e a *remoção de informações da WM* (*Removal of Information from WM*), quando a seleção das informações que devem ser mantidas na WM também é controlada após a codificação, porque, as informações que não são mais relevantes devem ser removidas rapidamente para que não sobrecarreguem a WM (Hasher et al., 1999; Lewis-Peacock et al., 2018).

Ainda, tratando a atenção como seleção na WM, outra indagação seria sobre como a informação é selecionada dentro da WM. Na literatura, há uma hipótese sugestiva para essa explicação: a *hipótese do foco de atenção* na WM (*focus of attention*-FoA) que prevê que a seleção de informações a serem mantidas na WM é uma forma de seleção, mas não somente de uma parte da informação com exclusão de todas as outras e sim de um conjunto também, ou seja, mantendo vários itens separados no WM simultaneamente, inclusive em vários subcomponentes, como no exemplo do motorista e do navegador, no caso do funcionamento da PL e VSSP. Tal hipótese procura se estabelecer com base em três observações: (1) testes de reconhecimento de curto prazo (Mcelree, 2006); (2) tarefas de troca de itens (Garavan, 1998); (3) paradigmas de retro-sugestão (Landman et al, 2003)[49]. Tais paradigmas visaram mostrar que: (1) o último item codificado na WM é

[49] Este paradigma (*retro-cue paradigm*) também tem sido testado na neurociência. Apesar da desconfiança em relação à informação que não é objeto de foco atencional não poder ser decodificada diferencialmente, um estudo recente tem mostrado uma perspectiva mais diferenciada, em que, a decodificação de orientações mantidas WM visual, a partir de sinais fMRI no córtex visual, foi significativamente para itens da atenção e ausentes para itens da não-atenção, mas a decodificação de sinais no córtex parietal, sulco intraparietal, (IPS) e campos oculares frontais foi significativamente relevante tanto para itens da atenção e não-atenção, no entanto, mais fracos que a decodificação de itens da atenção no córtex visual (Christophel et al., 2018).

aquele que permanece no foco da atenção; (2) quando um item é relevante para uma operação cognitiva, operar no mesmo item da WM novamente, na próxima etapa, leva menos tempo que selecionar outro item da WM definida para a próxima operação (o que revelou que o objeto de uma operação cognitiva permanece no foco de atenção após a conclusão da operação); (3) ocorre uma retro-sugestão, guiando a atenção para um item da WM, se apresentada alguns segundos depois da codificação. Assim como foi dito acima, isso pode não se restringir ao item (Gilchrist & Cowan, 2011).

A relação da WM com a atenção pode se dar por meio perceptivo. *A atenção perceptiva pode afetar a WM que pode ser usada para ensaiar conteúdos visuais ou espaciais na VSSP da WM* (Tremblay et al., 2006). Em resumo, a atenção perceptiva aos estímulos muitas vezes, não em todo o caso, leva a codificação em WM até certo ponto, de modo que, eles interfiram com as informações semelhantes (Souza & Oberauer, 2017). Porém, o uso da atenção perceptiva para ensaio não foi demonstrado de forma convincente (Oberauer, 2019). Além do mais, parece não ser claro se o foco de atenção pode permanecer em um item na WM enquanto a atenção perceptiva se envolve com um estímulo diferente no ambiente (Rerko et al., 2014).

De modo inverso, se a informação na WM pode afetar a atenção seletiva, isso pode parecer plausível, no sentido que, mantendo uma informação na WM tende a chamar a atenção perceptiva para aquelas informações semelhantes no ambiente, facilitando assim o seu processamento. Em outras palavras, mantendo a localização espacial de um objeto em VSSP, facilita o processamento de outros estímulos que aparecem no mesmo local durante o intervalo de retenção (Awh et al., 1998). A função do item mantido no foco da atenção da WM é de ser um guia perceptivo para os demais itens relacionados. Posteriormente, tal hipótese recebeu apoio experimental pela aplicação de paradigmas para estudar o efeito de captura da atenção ("*attentional capture effect*") em tarefas de percepção visual (Soto et al., 2008) e na aplicação do paradigma de retro-sugestão (*retro-cued*) para mais de um item (Mallett et al., 2018).

Finalmente, a prospecção pela questão que mais interessa, a saber, *a relação da WM com o controle da atenção e da ação vem a seguir*. A resposta afirmativa para esta questão começa assumindo que a principal função da WM é manter as representações que controlam o que está *on-line* para o pensamento e a ação, abarcando também aquilo que é foco do direcionamento da atenção (Oberauer, 2009; Oberauer, 2019). Em cenários de

seleção de respostas à estímulos de acordo com o objetivo da tarefa atualmente relevante, ela é realizada mantendo um conjunto de tarefas, isto é, uma representação das categorias de estímulos relevantes, as opções de resposta e o mapeamento entre elas pela WM (Desimone, 1996; Baddeley Et.Al., 2001; Chun & Turk-Browne, 2007; Maccabe, 2010; Chun, 2011; Myers et al., 2017; Panichello & Buschman, 2021).

Neste caso, *o controle também pode contar com as representações na LTM* (Woodman et al., 2013), ou seja, *a WM mantém os alvos ambientais de rastreio que se repetem continuamente somente no início, sendo que, depois a busca é controlada por representações armazenadas na LTM* (Oberaurer, 2009). Desse modo, as representações mapeadas na LTM são relevantes para a seleção de respostas, resultado de prática constante gerando um melhoramento da performance, não obstante, as representações na WM são voltadas para tarefas que demandam buscar por alvos novos em situações ainda recentes ou para o caso de ações incongruentes em relação ao conhecimento armazenado (Oberaurer, 2009). Portanto, *a WM fornece um meio para construir e manter as novas representações que controlam os processos e as ações cognitivas e, se necessário, numa relação incongruente, removendo as instruções na LTM* (Oberaurer, 2009). Em síntese, a WM atua no controle da atenção e da ação, mantendo as representações que orientam a atenção e a ação. *O mecanismo de controle é exercido pela CE* e consiste em selecionar essas representações que influenciam a atenção e a ação automaticamente, de maneira a capturar o foco de atenção na percepção pelo *matching* entre o conteúdo (Foerster & Schneider, 2018) e em tarefa que as instruções recentes funcionam influenciando as respostas mesmo não relevantes (Meiran et al., 2017).

5.5. Episodic Buffer (EB)

Como foi discorrido na seção sobre a WM, Baddeley e Hitch (Baddeley & Hitch, 1974) propuseram uma estrutura para a WM composta por três subcomponentes, a saber, CE, PL e VSSP. Em 2000, Baddeley (Baddeley, 2000b) adiciona um quarto componente chamado de *Episodic Buffer* (EB) *cuja função é vincular as informações entre os domínios para formar unidades integradas de informações visuais, espaciais e verbais com o sequenciamento de tempo, ou seja, com uma ordenação cronológica episódica*

(Baddeley, 2007). Uma linha argumentativa deste trabalho é que o EB, como a CE, está intimamente ligado à consciência. No caso da CE, a ligação pode ocorrer em conexão com a atenção seletiva, como se tentou propor na subseção precedente. No caso do EB, como este subcomponente compreende um sistema de capacidade limitada, que fornece armazenamento temporário de informações mantidas em um código multimodal capaz de vincular as informações dos sistemas subsidiários e da LTM com o significado semântico em uma representação episódica unitária (Baddeley, 2000b), a consciência da percepção é considerada o principal modo de recuperação do *buffer*. Em suma, este subcomponente procura explicar o fenômeno de integração da informação e dos processos atencionais e dá suporte, tal como a CE, para os aspectos mais complexos do controle executivo na WM (Baddeley, 2000b; Baddeley, 2007).

Dito de outro modo, o subcomponente EB é um armazenamento em *buffer* dos conteúdos dos subcomponentes da WM e da LTM semântica e episódica, através do mecanismo consciente, possibilitando ao organismo integrar as unidades de informação para formar novas representações (Baddeley, 2000b, Daddeley, 2007; Brown & Ledoux, 2017). A interação do *buffer* com a CE ocorre, pois, o mecanismo EB requer a aplicação da atenção seletiva *top-down* sobre os conteúdos evocados (Baddeley, 2011). Considerando a capacidade limitada de FL (Baddeley et al., 2018d) e os estudos de casos de pacientes que sofrem de amnésia (Wilson & Baddeley, 1988) se pode observar o desempenho em fenômeno de recordação em prosa (*Prose Recall*- PR).

PR refere à capacidade limitada de recordar sentenças de palavras não-relacionadas (5 ou 6 palavras) em comparação com as relacionadas, sendo que, as informações adicionais provenientes, evocadas a partir da LTM, são usadas para integrar as palavras constituintes em um número menor de blocos, com capacidade definida pelo número de blocos, e não pelo número de palavras (Baddeley, 2000b; Baddeley, et al., 2018d). No entanto, pacientes amnésicos (neste caso, amnésia retrógrada e anterógrada ocasionada por meningite) não conseguem fazer isso, pois apresentam limitações para consolidar as novas memórias e recuperar as memórias semânticas e episódicas já consolidadas, apesar de ainda assim terem boa evocação de informações de curto prazo, lembrando muito mais informações que poderia ser mantido no FL (Wilson & Baddeley, 1988; Baddeley & Wilson, 2002). Desse modo, o EB pode armazenar recursos vinculados, como no caso do fenômeno PR, e torná-los disponíveis para a percepção consciente, mas não é somente ele responsável pelo processo de integração consciente e

sim pela integração de informações dentro da WM, entre PL e VSSP (Baddeley & Andrade, 2000; Badeley, 2007; Baddeley et al., 2018g), e pela evocação de memórias da LTM (Baddeley, 2000b; Baddeley, 2007). Portanto, o EB tem a função de integrar as informações entre outros subcomponentes da WM, como PL e VSSP e com a LTM. Os eventos de percepção consciente sobre alguns conteúdos de PL e VSSP podem operar via EB, mas não somente através dele, e sim incluindo outros participantes como a CE, a LTM e a atenção seletiva (Baars, 1993; Baddeley, 2000b; Dehaene & Naccache, 2001; Prinnz, 2012; Sinclari et al., 2017; Persuh et al., 2018; Damasio, 2018; Leodux, 2019; Graziano, 2019).

5.6. Modelos Alternativos e Críticas

Um fator merecedor de comentários e que pode ser um complicador importante no debate sobre a funcionalidade da WM não-consciente, é que ainda há muita incerteza sobre a melhor forma de modelar a WM, ambas não/consciente. Assim, o objetivo desta subseção é explorar, brevemente, alguns modelos atuais de WM e as suas modalidades, como a visual ($_{V}$WM).

Em toda a seção sobre WM, uma conclusão mais segura e que segue, ao menos, a maior parte da literatura psicológica, é que WM pode ser vista como o sistema, cuja a função principal, é de armazenamento e manutenção da informação que está sendo processada no momento presente, especificamente, o sistema que disponibiliza as informações armazenadas para manipulação baseada em tarefas, sem impor um limite em sua duração ou relação com LTM (Miller et al., 1956; Atkinson & Shiffrin, 1968; Shallice & Warrington, 1970; Baddeley & Hitch, 1974; Norman & Shallice, 1986; Baddeley, 2000a; Baddeley, 2000b; Luck & Vogel, 2013).

Embora os modelos mencionados sobre WM no parágrafo anterior sejam os mais influentes, essa visão tem sido lentamente questionada por modelos baseados em estado que são mais recentes (Schlegel et al., 2013; Larocque et al., 2014; Chai et al., 2018; Persuh et al., 2018). Mas ao invés de postular subcomponentes da WM como *buffers*, ao menos, há três modelos baseados em estados ("*state-based models of SBM*") que propõem que a atenção às representações internas, como as representações sensoriais, motoras ou

LTM, resulta em diferentes estados de ativação de informações (Larocque et al., 2014). Uma importante diferença é que, em cada um dos três modelos, a base das representações STM é uma rede de LTM. No modelo de Cowan (Cowan et al., 1988; Cowan et al, 2005; Cowan, 2008; Cowan, 2014), segundo a proposta teórica dos modelos baseados em estados (SBM), a informação na WM existe em um de dois estados: o foco da atenção (FoA) com capacidade limitada seleciona até quatro itens para processamento adicional, ou uma capacidade ilimitada mantida pelo LTM, ou seja, as informações que foram selecionadas recentemente pelo FoA permanecem ativadas e são denominadas porções ativadas do LTM (Larocque et al., 2014; Chai et al., 2018; Persuh et al., 2018).

O modelo de Oberaurer (Oberauer, 2009; Souza & Oberauer, 2017; LEWIS-Peacock et al. 2018; Oberauer, 2019) inclui uma FoA mais estreita que pode selecionar a informação eficientemente de uma região altamente ativada de acesso direto, referida como "estado de acesso direto" (SDA). Depois que as informações perdem a prioridade, elas passam para um estado de LTM ativado. Por fim, dentro desta categoria de modelos, o modelo de McElree (Mcelree, 2001; Melree, 2006) postula um item único de FoA contendo todas as outras memórias em um estado comum com os níveis variáveis de força de memória. Para resumir, tais modelos SDA afirmam que a performance em STM é acompanhada da ativação de representações na LTM, juntamente com a informação que é mantida na WM ajudada pelo mecanismo FoA e que os itens, objeto de FoA recentes, possuem um nível de ativação que é alto se comparado da informação em LTM. Contudo os modelos não são unânimes, sendo que, divergem sobre a capacidade de FoA (foco unitário vs múltiplo) e se há uma diferença qualitativa entre os estados em STM fora de FoA e as representações em LTM. Tais modelos têm sido abordados para darem conta de critérios comportamentais (Larocque et al., 2014; CHAI et al., 2018; Persuh et al., 2018).

O crescimento recente e contínuo neste campo de pesquisa também demonstrou o desenvolvimento de outros modelos, como o modelo de compartilhamento de recursos baseado no tempo (*Time Based Resource-Sharing Model*), proposto por vários pesquisadores (Barrouillet et al., 2009). Esse modelo procura demonstrar que a carga cognitiva e a capacidade da WM eram principalmente um produto da atenção que recebem quando alocadas em tarefas, ou seja, isso destacou ainda mais a importância da WM em comparação com a STM, pois embora as informações retidas durante a WM não sejam tão duradouras quanto da LTM, não são as mesmas e se desviam da STM. Isso é

assim, porque elas envolvem o processamento de ordem superior e controles cognitivos executivos que não são observados na STM (Barrouillet et al., 2009).

Além disso, muitos experimentos recentes tentaram identificar as bases neurais na WM. Desde a descoberta da atividade neuronal persistente no PFC de primatas durante o intervalo de atraso de uma tarefa WM (Fuster & Alexander, 1971) e descobertas relacionadas no PFC humano com fMRI (Courtney Et Al., 1998), acreditava-se amplamente que tal atividade reflete a manutenção de representações na WM. Posteriormente, houve questionamentos quando os estudos mostraram que a informação de um estímulo, durante os períodos de atraso, pode ser decodificada do córtex visual primário, com análise de padrão multivariado (MVPA) de dados de fMRI na ausência de níveis elevados de sinal (Lewis-Peacock et al., 2012) favorecendo a teoria sináptica da WM (*Synaptic Theory of Working Memory* - STWM).

Aplicando paradigma de retro-sugestão (*retro-cued*), a ideia que a atividade neural persistente não seria necessária para manter as representações dos itens na WM, mas por modificações dos pesos sinápticos (Mongillo et al., 2008). Outro experimento (Rose et al., 2016), não usando sugestão, mas usando estimulação magnética transcraniana (TMS) para ativar a memória para item não sinalizado, mostrou que a informação pode ser mantida latente na WM pela a "atividade silenciosa" de mecanismos sinápticos. Portanto, o objetivo destes dois estudos é fornecer evidências para a existência de um mecanismo de plasticidade de curto prazo, que poderia reativar e fortalecer as representações cognitivas de alto nível e que daria suporte às funções cognitivas, incluindo a seleção atencional, além de apoiar também a construção para os mecanismos de LTP que suportam a LTM (Mongillo et al., 2008; Rose et al., 2016).

Esta subseção sugere que os modelos tradicionais seriam passíveis de revisão, ou seja, se há muitos modelos neurais, partindo do nível de análise intracelular aos baseados em rede, que contribuem para uma explicação da WM como SBM e STWM, por exemplo, então seria de concluir que os modelos rivais rejeitariam a ideia de *buffers* especializados enquanto subcomponentes da WM (D'esposito & Postle, 2015). Não obstante, na seguinte subseção, o intento é tentar mostrar que os modelos neuronais não são incompatíveis com a ideia de uma WM especializada como de Baddeley e colegas (Baddeley & Hicth, 1974; Baddeley, 2000b).

5.7. Memória de Trabalho e Cérebro: a perspectiva da neurociência cognitiva

Inicialmente, a pesquisa sobre os mecanismos neurais da manutenção da informação obteve achados que sustentam a WM em bases neurais e de neurotransmissores (Fuster, 1973; Goldman-Rakic, 1995). As lesões no PFC comprometeram o desempenho em WM espacial ($_{S}$WM), obtida pela gravação da atividade elétrica em tarefas de correspondência com atraso (Fuster, 1993). Fuster (Fuster, 1973) encontrou neurônios no PFC que dispararam, durante o período de atraso, sugerindo que eles estavam envolvidos na representação da localização do alimento quando ele não estava presente. Seguindo outra linha, algumas pesquisas posteriores (Ashby et al., 2005), apresentaram achados de neurônios ativos de tarefas com atraso semelhantes também no córtex parietal posterior, no tálamo, no caudado e no globo pálido, mostrando uma rede distribuída, especificamente, foi sugerido um modelo computacional de WM, chamado FROST (para a abreviação de *FRONTAL-Striatal-Thalamic)*, no qual, a representação de itens e posições espaciais é codificada no $_{L}$PFC. Contudo, o proeminente trabalho de pesquisa de Goldman-Rakic e colegas (Goldman-Rakic, 1995; Levy & Goldman-Rakic, 2000) aventou que *a área $_{DL}$PFC é uma região que interconecta muitas regiões e microcircuitos dentro da PFC, mantendo a informação ativa na WM através de redes glutamatérgicas excitatórias recorrentes que disparam durante períodos de atraso*. As redes glutamatérgicas estão sintonizadas com as funções de redes gabaérgicas (Rao et al., 2000) e catecolaminérgicas (Robins & Arnsten, 2009), afetando o desempenho da WM.

Uma grande parte da pesquisa realizada sobre a função executiva relacionou-a com as áreas anatômicas nos lobos frontais, inicialmente, a partir de dados de pacientes com danos no lobo frontal e desempenharam um papel crucial no desenvolvimento do modelo SAS (Shallice, 1982; Norman & Shallice, 1986), e em sua adoção como parte do modelo de WM (Baddeley, 2018c). Desse modo, o período de atividade de atraso é pensado para refletir o estímulo sendo codificado e representado na WM (Procyk & Goldman-Rakic, 2006).

Anteriormente, alguns pesquisadores (Goldman-Rakic, 1987) tentaram construir uma síntese de perspectivas cognitivas e neurobiológicas, focando em representações dos estímulos e não propriamente nos estímulos, assim, a capacidade de guiar o

comportamento ocorre por uma representação mnemônica de estímulos, mantida por *redes cerebrais*, cujas estruturas do *PFC* são centrais, e não pelos próprios estímulos, introduzindo, desse modo, a perspectiva que as representações são centrais para o comportamento. Por isso, a capacidade de guiar o comportamento por representações de estímulos discriminativos (Brown et al., 2019), em vez dos próprios estímulos discriminativos, é uma conquista importante da evolução (Ledoux, 2019), e como é argumentado neste texto, uma premissa significativa para a hipótese de trabalho.

Como se observou, estudos com pacientes lesionados e protocolos de atividade de período com atraso têm sido muito utilizados nas neurociências comportamental e cognitiva. Recentemente, estudos em áreas laterais do PFC têm sido promissores. Primeiro, se destaca que as pesquisas com *danos ao $_{DL}$PFC têm sido associados à déficits na manipulação do conhecimento verbal e espacial, sendo que, o $_{DL}$PFC ($_{DL}PFC_L$) esquerdo é necessário para manipular as informações na WM e o $_{DL}$PFC direito ($_{DL}PFC_R$) é crítico para manipular as informações em uma ampla gama de contextos de raciocínio* (Barbey et al., 2013). Tais resultados procuraram elucidar a arquitetura da memória de trabalho, fornecendo as evidências neuropsicológicas importantes para a importância do $_{DL}$PFC na manipulação do conhecimento verbal e espacial.

Além do mais, há estudos (Badre & Wagner, 2007) que destacam a importância do PFC ventrolateral ($_{VL}$PFC) para o controle cognitivo da memória, especificamente, o $_{VL}$PFC anterior (aproximadamente, a BA 47 e o giro frontal inferior pars orbitalis) suporta o acesso controlado às representações conceituais armazenadas, enquanto que, o $_{VL}$PFC médio (aproximadamente, a BA 45 e giro frontal inferior pars triangularis) suporta o processo de seleção geral de domínio que opera pós-recuperação para resolver a concorrência entre as representações ativas (Badre & Wagner, 2007).

Outra visão propôs uma distinção funcional, argumentando que as áreas $_{VL}$PFC estão envolvidas principalmente na manutenção pura da informação, enquanto as áreas $_{DL}$PFC estão mais envolvidas em tarefas que requerem algum processamento do material memorizado. Mas as propostas não precisam ser auto-excludentes, pois uma visão é que as áreas $_{DL}$PFC eram responsáveis pela $_{S}$WM e as áreas $_{VL}$PFC pela memória de trabalho não-espacial (Owen, 1997). Por fim, outra área tem sido ligada à memória de trabalho: um estudo (Yin et al., 2021), com estimulação por corrente direta (tDCS), trouxe resultados que o PFC ventromedial ($_{VM}$PFC) exibiu conectividade funcional aprimorada

com redes da WM durante a manutenção de pistas auto-associadas, o que previu os efeitos de auto-priorização comportamental dos indivíduos.

Contrariamente, outras abordagens têm colocado em dúvida esta teoria, tentando mostrar que o período de atraso no PFC não codifica a informação específica para o estímulo mantida na WM (Ringal & Postle, 2012) e apostam no papel dos próprios estímulos, nas memórias de curto-prazo (STM) e em redes posteriormente distribuídas além do CPF e, assim, a suposição que os processos executivos, que dependem da função do lobo frontal, tem recebido cuidado crítico nas pesquisas recentes (Posner & Rothbart, 2007; Bollinger et al., 2010; D´Esposito & Postle, 2015; Lara & Walls, 2015; Cieslik et al., 2015). Por exemplo, neste estudo (Smith et al., 1998), mostrou que *há uma tendência de envolver mais áreas além das frontais, incluindo as áreas parietais posteriores, no hemisfério esquerdo, para as tarefas de WM verbal ($_{VE}$WM) que pode ser dividida em manutenção, no córtex parietal posterior esquerdo, e em ensaio sub-vocal, no córtex frontal esquerdo (área de Broca).* Seguindo a perspectiva das redes fronto-parietais, há ainda a ideia que a WM envolve dois processos com diferentes localizações neurais: (1) a função de seleção que evoca o item mais relevante e; (2) uma função de atualização que muda o foco de atenção sobre o item. Logo, foi exposto que a atualização do FoA envolve a ativação transitória no sulco frontal superior caudal e no córtex parietal posterior, enquanto o aumento das demandas de seleção altera seletivamente a ativação no sulco frontal superior rostral, cingulado posterior e precuneus (Bledowski et al., 2009).

Algumas tarefas para WM de reconhecimento, com atraso para um ou mais itens, foram usadas (como *n-back task* e *reading span-task*) e requerem aos participantes da pesquisa que façam comparações entre os itens, numa longa série apresentada com o item presente e mostraram ativação no córtex cingulado anterior (ACC), além das áreas frontais sugerindo forte conectividade (Lenartowicz & Mcintosh, 2005). Em outro estudo (Postle, 2006), o autor tem argumentado que a manutenção da informação é específica das áreas parietais, sendo que, a função das áreas frontais seria delegada ao controle da atenção, coordenação das estratégias e seleção de representações mantidas na WM. Adicionalmente, as redes distribuídas poderiam formar assembleias de neurônios disparando na banda de 4 a 8 Hertz (Oscilações Theta) persistentemente e configurando um mecanismo de ligação sincronizado, dando suporte à representação correspondente ao período de atraso na WM (Wu et al., 2007).

Além do debate sobre o alcance das redes cerebrais envolvidas em tarefas que exigem o emprego da WM, há outra questão relativa à literatura do lobo frontal, é se existem subdivisões funcionalmente distintas do $_{L}$PFC servem a diferentes aspectos da WM e, em caso afirmativo, como as funções dessas regiões podem ser melhor descritas (Owen, 1997). Os dois modelos, embora enfocando uma distinção anatômica amplamente semelhante entre as regiões corticais $_{DL}$PFC e $_{VL}$PFC, diferem fundamentalmente em termos das funções precisas atribuídas à estas regiões.

Goldman-Rakic (Goldman-Rakic, 1995) argumentou que *os processos de WM, dentro do $_{L}$PFC, são organizados de acordo com o tipo, por exemplo, a modalidade de informação sendo processada,* sendo compatível com o modelo de Baddeley e colegas (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b; Andrade & Baddeley, 2011). As regiões $_{DL}$PFC são principalmente relacionadas com a memória para material espacial, enquanto que, a região $_{VL}$PFC as regiões frontais servem de memória para material não-espacial. De acordo com esse modelo "específico de domínio" ou "específico de modalidade", "o domínio informacional, não o processo, será mapeado no córtex pré-frontal (Goldman-Rakic, 1995). Complementarmente, outro estudo (Courtney et al., 1996) procurou mostrar que poderia haver alguma especialização funcional baseada na modalidade de estímulo na região $_{VL}$PFC para estímulos não-espaciais, como de face, indicando que o domínio é representado no $_{L}$PFC, embora em diferentes níveis neuroanatômicos.

Alternativamente, outra proposta (Petrides, 1995) afirma que os processos WM nas regiões $_{DL}$PFC e $_{VL}$PFC são organizados de acordo com *a natureza do processamento necessário*, e não de acordo com a modalidade da informação a ser lembrada, desse modo, especificamente, as regiões $_{VL}$PFC estão principalmente preocupadas com a organização ativa de sequências de respostas baseadas na recuperação consciente e explícita de informações de sistemas de associação posteriores, no entanto, as regiões $_{DL}$PFC servem ao nível secundário de processamento executivo e são recrutadas apenas quando a manipulação ativa e o monitoramento de informações na WM são necessários. Desse modo, ocorre um processo específico de dois estágios, em que, por exemplo, os estímulos espaciais e não-espaciais mantidos na WM podem ser processados em ambas áreas e dependem das demandas particulares da tarefa que está sendo executada (Owen, 1997). Seguindo nesta linha, por exemplo, em tarefas espaciais que exigem respostas com atraso de três itens (Jonides et al., 1993) ativaram a área $_{VL}$PFC (BA47), enquanto uma tarefa

similar usada por Owen e colegas (Owen et al. 1996) ativou apenas a área $_{DL}$PFC (9/46 BA).

Atualmente, os estudos que envolvem as *redes cerebrais em larga-escala* (FINC ET.AL., 2020) defendem hipóteses que têm um apelo teórico e anatômico considerável e podem sugerir que *tanto o "processo" quanto o "domínio" podem ser representados no $_{L}$PFC, embora em diferentes níveis neuroanatômicos*. Assim, em um nível, as regiões $_{DL}$PFC e $_{VL}$PFC podem ser amplamente polimodais e cada uma dedicada à um determinado tipo ou classe de processo cognitivo. Dentro dessas regiões anatômicas, no entanto, podem existir campos unimodais, cada um dedicado à um determinado domínio informacional. Hoje em dia, testar tais modelos usando fRMI em animais humanos pode ser muito promissor. Desse modo, se pode investigar a segregação e integração de redes em larga-escala em muitos domínios de performance em WM para manutenção da informação no tempo (Cohen & D´Espósito, 2016) e aprendizado (Bassett et al., 2015) revelando que essa modularidade permite a alternância dinâmica entre os estados e o processamento integrado de informações, cujo equilíbrio é constantemente ajustado para atender aos requisitos das faculdades cognitivas (Shine & Poldrack, 2018). A GNW de Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1998) é um bom exemplo: a hipótese é que as tarefas sensório-motoras simples e altamente automatizadas podem ser mantidas por uma organização cerebral altamente segregada, enquanto que, as tarefas mais complexas e cognitivamente exigentes requerem integração entre múltiplas redes (Mashour et al., 2020).

De fato, a mudança de uma arquitetura de rede segregada para uma mais integrada segue por estudos usando vários protocolos, não só considerando aquelas que exigem dos participantes humanos fazerem a transição para as tarefas mais complexas que demandam sobrecarga cognitiva (Vantasever et al., 2015) e considerando a organização da rede durante as tarefas motoras simples que permanecem altamente segregadas (Cohen & D´Espósito, 2016), mas também os estudos longitudinais em que as redes são mapeadas várias vezes enquanto os participantes realizam tarefas específicas (Bassett et al., 2015; Shine & Poldrack, 2018).

Fink e colegas (Fink et al., 2021) procuraram investigar se o domínio de uma tarefa exigente de WM afeta o equilíbrio entre a segregação e a integração da rede durante o desempenho da tarefa. Para isso, os participantes foram submetidos a quatro varreduras

de fMRI, enquanto realizavam uma tarefa adaptativa *dual n-back* (tarefas visuais e auditivas) para sobrecarregar a WM durante um período de treinamento de 6 semanas. O objetivo era investigar as mudanças globais na segregação da rede (modularidade) em diferentes condições de tarefa em comparação com o repouso, prevendo que, a modularidade diminuísse durante o desempenho da tarefa *dual n-back* em comparação com o repouso, e também diminuísse à medida que as demandas da tarefa *n-back* aumentassem. Outra expectativa era que, ao longo do treinamento, a segregação da rede durante a tarefa *n-back* aumentaria e a extensão da mudança de modularidade relacionada à demanda diminuiria, gerando aumento da autonomia das redes fronto-parietais e *default mode network* (DMN) no treinamento e na automação da tarefa. Os resultados mostraram que: houve reorganização e modulação das redes pelo domínio e nível de especialização; após o treinamento, houve mais segregação das redes, como a DMN e as redes ativas em tarefas positivas (como as redes *Dorsal attention Network*-DAN, frontoparietal, cíngulo-ocular e de saliência), ao considerar as mudanças dinâmicas na organização da rede e; na automação, houveram mudanças não-lineares no acoplamento entre o DMN e os sistemas frontoparietais e o envolvimento do sistema subcortical.

Por fim, *as estruturas laterais do PFC*, como a $_{DL}$*PFC, compõem as redes frontoparietais* (Chen et al., 2020), formando o *Sistema de Demanda Múltiplo* (MDS), um domínio geral das *redes fronto-parietais*, no qual, $_{DL}$*PFC* parece ter funções de *controle cognitivo* superordenadas para várias tarefas cognitivas, e a sua atividade parece refletir um aspecto da inteligência geral (Chen et al., 2020) e dos muitos *domínios da linguagem* (Hertrich et al., 2021).

5.8. Consciência e Cognição: o Mecanismo Consciente, a Memória de Trabalho e a Atenção Seletiva

O escopo da seção final do capítulo 1 é mostrar a conexão entre a consciência, a WM e a atenção através de modelos evolutivos, como a HOTEC (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019; Ledoux, 2021), para o vínculo entre a consciência e a WM, especificamente, no que refere ao conceito de consciência noética não-verbal e verbal. Na segunda subseção, se indaga acerca do debate entre dois modelos de atenção e

consciência, especificamente, o RP (Lamme, 2004; Lamme, 2020) e a GNW (Dehaene & Naccache, 2001; Mashour et al., 2020), que têm posições destoantes acerca dos conceitos de consciência de acesso e fenomenal, assim como, as implicações para os modelos filosóficos de estados de primeira-ordem (Block, 1995; Block, 2011) e alta-ordem (Lau & Rosenthal, 2011; Brown et al., 2019) que já foram consideradas aqui no texto.

Como foi dito, a hipótese deste trabalho é uma pergunta pela função da consciência e, ao postular que a função é traduzir os estados internos em estados externos de alta-ordem e que é a WM que faz isso (ao menos, antes do sistema cognitivo-computacional da sintaxe que é tratado no capítulo 2), sob o controle da consciência, então a abordagem nesta seção é acerca do vínculo entre a consciência, a cognição (WM e atenção seletiva) e as representações mentais. Desse modo, esta seção é fundamental para o propósito do trabalho, pois *a definição da consciência como um mecanismo tradutor de estados intrínsecos em extrínsecos, que são representados como estados de alta-ordem, recruta a WM para realizar este trabalho* e, como foi mostrado nas seções precedentes, especificamente *o subcomponente da PL e EB que tem mais estreita ligação com a codificação linguística lexical, preliminarmente, e semântica, posteriormente*. O mecanismo coordenador dos outros subcomponentes, que é a *CE, é o componente pela qual, o mecanismo consciente executa*. Complementarmente, foi argumentado que *a atenção seletiva é recrutada em tarefas da WM,* por exemplo, *como nos casos de memória não-espacial, que foram aludidos à FoA* (Oberauer, 2019), *para selecionar os itens de processamento na WM e assim, a atenção desempenha um papel importante na mediação da seleção de candidatos concorrentes para que, por exemplo, a palavra correta possa ser ativada* (Kurklund, 2011; Panichello & Buschman, 2021) *ou se capture as dependências de contexto independentemente da distância entre os elementos na sequência de sentenças* (WU ET.AL., 2018). Em vista disso, após debater sobre as diferentes posições em vista da relação entre a consciência e a cognição, agora, se determina falar dos níveis de consciência que intercambiam com a WM e a atenção seletiva.

5.9. Consciência e Memória de Trabalho: os diferentes papeis desta interação

Com o andamento da exposição do trabalho, ficou claro que um dos eixos explicativos da Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência (CLEC) é a relação entre consciência e cognição, abordada neste capítulo 1, pois se o mecanismo consciente for considerado um dispositivo tradutor de HORs intrínsecas em HORs extrínsecas e se a codificação linguística é dependente da WM, então resta saber como isso seria feito. Ora, este capítulo 1 foi uma tentativa de iniciar esta abordagem da relação entre a consciência e a WM, considerando as teorias, os modelos, a fundamentação experimental, a capacidade preditiva e as controvérsias acerca do tema. Em vista disso, para seguir este estilo de interpelação e para conciliar com as resoluções deste presente trabalho, se discorre sobre três aproximações entre consciência e WM, a saber, os modelos da SMH de Damasio (Damasio, 1998; Damasio, 2010), a GWM/GNW de Baars, (Baars & Franklin, 2003; Baars et al., 2021) e de Dehaene & Changeux (Dehaene et al., 2006; Dehaene & Changeux, 2011), a AIR de Prinz (Prinz, 2004; Prinz, 2012) e, por fim, a HOTEC de Ledoux (Brown & Ledoux, 2017; Ledoux, 2020). Todos estes modelos de consciência são considerados, na literatura, como cognitivistas e neuronais (Van Gulick, 2014).

Para iniciar, se deve considerar uma diferenciação capital na SMH entre a proto-consciência, a consciência central e a consciência estendida (Damasio, 1998; Damasio, 2010). A SMH foi trazida à tona muito fortemente na seção 2 sobre "As Expressões Emocionais", detalhadamente, no tópico sobre a taxonomia que Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 2010) apresentou sobre as definições conceituais de emoções e sentimentos, dois termos-chave para entender a homeostase. Com base nisso, ao que parece, Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 2010) estipula a participação de diversas partes neuroanatômicas do organismo no processo de criação da consciência como os sistemas de memória (córtices posteromediais - PMC), o sistema límbico (amígdala e cerebelo), que dão suporte para os mecanismos superiores na região tálamo-cortical, e fazem os marcadores mediar o processo para o *self*. Então, segundo este modelo, a consciência começa quando se vivencia um sentimento de que algo acontece, no interior e no exterior do organismo, e esse sentimento é acompanhado de imagens –visual, auditiva, tátil, visceral– que possuem qualidades específicas (Damasio, 2010). Com efeito, a SMH divide a consciência em dois tipos principais: de um lado, uma proto-consciência e uma consciência central e, de outro lado, uma consciência ampliada ou

estendida (Damasio, 2010), que se baseiam num conjunto de atividades neurobiológicas automatizadas que, concatenadas, dão origem a um self-autobiográfico (Damasio, 2010).

O chamado "*Protoself*" refere às imagens que descrevem os aspectos estáveis do corpo e geram os sentimentos do corpo vivo (os sentimentos primordiais), diferentemente, o chamado "*Self Core*" concerne ao estabelecimento de uma relação entre o organismo, representado pelo *protosself,* e a parte do cérebro que represente um objeto da percepção. Neste caso, são os sentimentos das emoções o modo como a percepção afeta o sujeito e como a atenção exógena *botton-up* é direcionada ao objeto da percepção através da ativação da amígdala, colículo superior, tálamo, córtex visual e somatossensorial. Além destas duas consciências, há o *self*-autobiográfico (chamado de "*Autobiografical Self*"), que é também designado como consciência ampliada, que é o último estágio e permite que os múltiplos objetos a percepção, previamente registrados como experiência vivida ou futuro antevisto, interajam com o *protosself* e produzam pulsos de *self* central em profusão pela ativação das áreas $_{DL}$PFC, $_{VM}$PFC e do córtex parietal (Damasio, 2010).

Depois de introduzir as definições conceituais de homeostase, emoções e sentimentos, na seção 2, e consciências discorridas no parágrafo acima, é permitido dizer que a SMH assevera que a origem da consciência depende da ativação do circuito subcortical que, durante uma experiência emocional, fornece *inputs*, por meio da ínsula até PFC (para WM), para os PMCs e o hipocampo (para a memória autobiográfica) e para redes fronto-parietais (para a linguagem) gerando a consciência estendida. Entretanto, depois de feito isso, como adequar essa definição com uma explicação funcional da consciência proposta neste trabalho?

Uma questão substancialmente importante é que só a consciência estendida autobiográfica tem a ver com as funções cognitivas, diferentemente, o *Protoself* e a consciência central não têm (Damasio, 1998; Damasio, 2010). As funções do *Protoself* e do *Self Core* são ligadas à sobrevivência e ao bem-estar, à percepção e às respostas orientadas para um fim (Damasio, 2018). Isso é coerente com aquilo que foi escrito, na seção 3, a SMH pressupõe que as emoções antecedem evolutivamente a cognição, pois a consciência central corresponde ao processo transitório, que é incessantemente gerado, em relação a qualquer objeto com o qual um organismo interage, e durante o qual, um *Self Core* transitório e um senso transitório de conhecimento é gerado automaticamente.

Desse modo, a consciência central não requer linguagem nem WM e precisa apenas de uma breve memória de curto prazo (Damasio, 1998).

Para a SMH, as funções cognitivas têm a ver só com a consciência estendida (Damasio, 1998). A distinção entre a "consciência central", que também pode ser designada por "*awareness*", e "consciência estendida", que pode ser designada apenas pela palavra "consciência" é que a consciência central é mais básica que a variedade estendida, que a consciência então ampliada depende da consciência central, que a consciência central ocorre mais automaticamente que a versão estendida e que a estendida está enraizada na LTM episódica e na WM e que é enriquecida pela linguagem (Damasio, 1998). Este é um aspecto importante da argumentação para diferenciar os modelos (SMH, GNW e HOTEC) e compará-los: para a SMH, a consciência central, ou a consciência da percepção, permite que um organismo vivo tenha o sentido que os conteúdos de seus pensamentos são percebidos por ele, que eles são formulados na perspectiva do organismo e que o organismo possa agir sobre esses pensamentos. Esta habilidade não depende da linguagem e nem requer o emprego de funções cognitivas de alto-nível, como a WM e as demais funções executivas. Adicionalmente, Damasio (Damasio, 1998; Damasio, 2018) argumenta que os animais humanos possuem a consciência central, assim como os animais não-humanos. Por implicação, animais não-humanos não teriam linguagem e não fariam uso de funções cognitivas de alto-nível.

De maneira distinta, a consciência ampliada é assim classificada, pois é ilustrada metaforicamente como um escrutínio dos pensamentos numa tela mais ampla. Estes pensamentos retratam não apenas o estado atual do organismo, mas também incluem o seu passado e o seu futuro esperado. Em vista disso, tais conteúdos dependem da construção gradual de um "*self* autobiográfico", isto é, um conjunto de memórias do passado único do indivíduo e das experiências que são esperadas (Damasio, 1998). Aqui há um detalhe-chave da argumentação, para a SMH (Damasio, 1998, Damasio, 2018), a memória episódica é necessária para a construção do *self*-autobiográfico, e a WM é necessária para a exibição extensa de itens lembrados do *self*-autobiográfico. Por fim, a linguagem auxilia nas categorizações que enriquecem o *self*-autobiográfico, ou seja, a linguagem dá novo impulso evolutivo para a consciência estendida (Damasio, 1998; Damasio, 2018). Não obstante, a função das duas consciências, a central e a estendida tem alguma relação, por exemplo, elas são como um espelho que reflete ambas: elas conferem aos conteúdos uma perspectiva individual, a propriedade desses conteúdos e dá

ao organismo a possibilidade de poder agir sobre os conteúdos (Damasio, 1998; Damasio, 2018).

Dehaene e colegas (Dehaene et al., 2006) apresenta uma taxonomia da consciência separando a pré-consciência da consciência. Antes, há o processamento subliminar (SBP). O SBP é definido como uma condição de inacessibilidade de informação, em que a ativação de *botton-up* é insuficiente para desencadear um estado de reverberação em larga escala em uma rede global de neurônios com axônios de longo alcance. Ao que parece, uma rede tálamo-cortical mínima indica que esse sistema auto-amplificador não linear possui um limiar dinâmico bem definido. Mas se um fluxo de processamento ultrapassa o limiar de ativação, então surge rapidamente ativando uma rede em grande escala, enquanto a ativação subliminar, que é ligeiramente mais fraca, desaparece rapidamente. Além da ativação passiva (*unattended*), o SBP pode receber influência *top-dow* (*attended*), ou seja, uma tarefa e um conjunto de atenção preparados conscientemente podem orientar e ampliar o SBP, mesmo que a sua força ascendente permaneça insuficiente para a ignição global (Dehaene et al., 2006).

Durante o processamento pré-consciente (PCP), a ativação pode ser forte, durável e pode se espalhar para várias áreas sensório-motoras especializadas (por exemplo, campos oculares frontais). No entanto, quando a atenção é orientada para longe do estímulo, a ativação é impedida de acessar áreas parieto-frontais superiores e estabelecer sincronia de longa distância. Em síntese, a ativação é intensa, mas concentrada em áreas sensório-motoras, onda há *loops* occipito-temporais e assembleias de células ativas em sincronia. Embora tal processamento não ser marcado por *priming* subliminal de vida curta, no entanto é localizado em múltiplos níveis e há ausência de reportabilidade (Dehaene, et al., 2006).

Uma especificidade crucial deste modelo é que, durante o processamento consciente (CP), a ativação invade o sistema parieto-frontal e pode ser mantida na WM. Assim, o CP se torna capaz de orientar as ações intencionais, incluindo os relatos verbais. Veja que, desse modo, a função da WM e da linguagem são possíveis quando ocorre a ignição da rede global e quando a informação é transmitida por toda a rede (*broadcast*), se tornando disponível para toda a rede. Por fim, a assinatura da consciência é nítida na transição entre o PCP para o CP, como é esperado da dinâmica de um sistema não linear auto-amplificado (Dehaene et al., 2006). Alguns critérios deste tipo de processamento são

a orientação *top-down* da atenção, a amplificação da atividade sensório-motora, a intensa ativação pela rede fronto-parietal e distribuída, *loops* de longa distância e processamento sincronizado globalmente com a ativação durável e mantida e a presença de reportabilidade (Dehaene et al., 2006). Uma base experimental adicional para esta taxonomia surgiu depois pelo emprego de paradigmas experimentais como *inattentional blindness* (IB), *attentional blink* (AB) e *change blindness* (CB) (Dehaene & Changeux, 2011; Shafto & Pitts, 2015) já mencionados.

Em vista disso, a GNW prevê que, no processamento não-consciente, a informação é codificada em padrões de conectividade latentes, ou seja, que a informação é codificada em formas latentes de pesos sinápticos, por padrões de disparo não distribuídos e não condensados em pequenos grupos de neurônios, por sistemas funcionalmente desconectados do espaço de trabalho global, por pulsos de disparo transitórios típicos do SP e *loops* de disparo de ressonância local sem atenção focal comum ao PCP. No entanto, o CP recebe amplificação de *top-down* e se expande para um estado reverberante parieto-frontal global (Dehaene et al., 2006). Desse modo, a informação consciente não é codificada em disparos neuronais, mas é codificada em disparos de neurônios que formam as assembleias que formam o espaço de trabalho global.

Assim também, a informação não é representada em formas de disparo explícitas, apesar disso, para ser acessada conscientemente, deve ser representado por pequenos grupos de neurônios cujo disparo fornece um índice inequívoco do atributo relevante e que seria amplificado pela atenção de *top-down*, por isso, por exemplo, embora o disparo coletivo de neurônios V1 codifique todos os aspectos da cena visual, incluindo a presença de rostos ou cores, esses atributos não seriam vistos conscientemente, a menos que as áreas extra-estriadas envolvidas em sua extração estivessem intactas (Dehaene et al., 2006). Em um nível cognitivo mais alto, quando ocorre o acesso consciente de uma distinção previamente subliminar, as populações neuronais seletivas para essa distinção aprendida devem ser encontradas (Dehaene et al., 2006). Portanto, a informação que é codificada por neurônios funcionalmente desconectados do espaço de trabalho global, mesmo que a informação em forma de disparo seja explícita, pode permanecer não-consciente se os neurônios relevantes não tiverem as projeções bidirecionais apropriadas para estabelecer uma montagem reverberante com os córtices parietal e pré-frontal (Dehaene et al., 2006).

Anatomicamente, Dehaene e colegas (Dehaene & Naccache, 2001) subscrevem que a GNW é necessária ao esforço de desempenho em tarefas cognitivas que requerem a WM, que o sistema de WM está correlacionado com áreas $_{DL}$PFC (Fuster, 1973; Goodman-Rakic, 1995) e que, por esse argumento, então, o sistema de WM disponibilizado pelos circuitos pré-frontais deve estar intimamente relacionado à manutenção durável da informação na consciência (Dehaene & Naccache, 2001).

Quanto à linguagem, Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1999) investigam o papel da linguagem e das representações visuo-espaciais em operações aritméticas aproximadas (AA) e exatas (EA). O problema assumido resume em poder saber se a capacidade humana de intuição matemática depende da competência linguística ou das representações visuo-espaciais. A hipótese que os pesquisadores assumem (Dehaene et. al., 1999) é que as representações linguísticas e visuo-espaciais têm participação em operações matemáticas que ocorrem diferentemente. Para eles, a aritmética exata (EA) é adquirida em um formato específico do idioma, transfere-se mal para um idioma diferente ou para novos fatos e recruta redes envolvidas em processos de associação de palavras. Diferentemente, a aritmética aproximada (AA) mostra independência de linguagem, depende de um senso de magnitudes numéricas e recruta áreas bilaterais dos lobos parietais envolvidos no processamento visuo-espacial.

Para verificar isso, os autores conduziram experimentos com participantes resolvendo tarefas matemáticas simples (como somas) e complexas (raízes cúbicas) em língua natural e em segunda língua (por exemplo, inglês e russo). Os resultados indicaram que a EA depende de representações baseadas na linguagem (associação entre números = associação entre palavras) e a AA (matemática de estimativas prováveis e aproximadas) usa conceitos independentes da linguagem (aqui, depende de uma linguagem matemática inata, como um sistema de notação). Estes resultados sugerem que o ensino de alguns fatos matemáticos avançados, como logaritmos e raízes cúbicas, pode dar uma conceituação dependente da linguagem de sua magnitude. Esse é o caso da EA que depende consistentemente de representações baseadas em linguagem. Em consequência, os autores interpretaram que o conhecimento em EA é linguístico e adquirido e o conhecimento em AA é visuo-espacial e inato (Dehaene et al., 1999).

Há evidências também naquilo que respeita às distintas áreas cerebrais. As áreas bilaterais parietais, como os sulcos intraparietais esquerdo e direito estendendo-se

anteriormente até a profundidade do sulco pós-central e lateralmente no lóbulo parietal inferior, precuneus direito, córtex pré-frontal dorsal e giro pré-frontal esquerdos, o cerebelo esquerdo e os núcleos talâmicos esquerdo e direito estão correlacionados às operações da AA. Cabe lembrar que a maioria destas áreas está fora dos circuitos da linguagem e estão envolvidas em manipulações visuo-espaciais. No entanto, as áreas frontais inferiores do lado esquerdo, com ativação ampla e estrita no giro angular esquerdo estão correlacionadas ás operações da EA. Assim também estas áreas são ativas em tarefas de associação verbo mais substantivo junto com o grito angular esquerdo e cingulado anterior esquerdo (Dehaene et al., 1999).

A teoria AIR de Prinz (Prinz, 2004; Prinz, 2012) postula que a consciência fenomenal surge quando as representações perceptivas em níveis intermediários de hierarquias sensoriais são moduladas pela atenção. Somente depois disso, a informação perceptiva se torna disponível para os vários outros sistemas neurocognitivos. À primeira vista, esta proposta pode parecer próxima da GNW, no entanto, a teoria AIR vincula a consciência fenomenal com a acessibilidade transitória, em vez de acesso global sustentado (Prinz, 2012). De acordo com a teoria AIR, a consciência fenomenal depende criticamente da atenção *top-down*, mas não da incorporação à WM, e é o equivalente neural da informação que pode ser transmitida, embora não seja necessariamente transmitida ou recebida por outros sistemas. Uma consequência dessa distinção entre AIR e GNWT é que a experiência consciente é "mais enriquecida" sob o olhar da teoria AIR. Como a atenção pode ser focal (FoA) ou difusa, enquanto WM é “focal”, pois é limitada a apenas alguns itens por vez, se pode experimentar mais daquilo que pode relatar (Prinz, 2012).

Por exemplo, veja o caso do experimento de *Sperling* (Sperling, 1963; Bloch, 2011) ao visualizar as 12 letras na matriz clássica de *Sperling*, inicialmente, difunde-se a atenção para toda a matriz (antes da sugestão do som), tornando assim todas as letras acessíveis à WM. Mas então, assim que a atenção focal entra em cena, numa determinada linha (após a sugestão), apenas cerca de 3 a 4 letras podem ser acessadas para relatório. De acordo com a teoria AIR, a experiência subjetiva está ligada ao primeiro passo desse processo, no qual, a atenção às representações perceptivas torna essa informação disponível para seleção potencial na WM e nos estágios posteriores do processamento cognitivo. Segue-se que, se a teoria AIR estiver no caminho certo, os NCCs devem ser encontrados em estágios de processamento anteriores e mais localizados que o previsto

pelo GNW, mas em estágios mais posteriores que envolvem interações corticais mais amplas do que o previsto pelo RP. Enquanto a teoria AIR afirma que apenas as representações de nível intermediário podem ser experimentadas conscientemente, a proposta atual da hipótese (CLEC) de trabalho segue que as representações de alto-nível, a WM e as redes fronto-parietais da cognição são indispensáveis para a consciência, ao menos, aquela de tipo noética (verbal e não-verbal), segundo a taxonomia da HOTEC.

Ledoux (Brown & Ledoux, 2017; Ledoux, 2020, Ledoux, 2021) apresenta um modelo tripartido da consciência baseado na teoria de Edel Tulving (Tulving, 1985) sobre a categorização das LTM subdivididas, por um lado, em declarativas e estas, por sua vez, subdivididas em episódica e semântica, por outro lado, há aquelas não-declarativas referidas como a memória de procedimentos. A memória episódica refere ao conjunto de informações armazenadas no hipotálamo, que dizem respeito aos eventos que ocorreram ao organismo, como relembrar dos eventos que aconteceram em um período importante no tempo e espaço, (por exemplo, se um organismo humano, o que aconteceu em uma comemoração de aniversário) (Tulving, 1972). Enquanto que, a memória semântica é a capacidade de armazenar conhecimentos mais gerais na memória (por exemplo, o fato Londres ser a capital da Inglaterra) (Tulving, 1972). Por sua vez, a capacidade de recordar conscientemente as experiências anteriores da vida do organismo estocadas na memória se deve à memória de trabalho, sobretudo, ao *episodic buffer* para o caso das experiências autobiográficas (Baddeley et al., 2018g).

Outro elemento da teoria de Tulving (Tulving & Thompson, 1973) é o conceito de "especificidade de codificação" ("*encoding specificity*"), que ressalta a necessidade de pistas de recuperação no acesso às memórias episódicas que devem se sobrepor ao traço de memória a ser recuperado (Tulving & Thompson, 1973). Isso significa que deve haver uma afinidade entre o conteúdo da memória e o traço de recuperação no memento da codificação (Tulving & Thompson, 1973). Além disso, Tulving (Tulving, 2005) propôs que as consciências noética e autonoética estão associadas às duas classes de memória explícita/consciente, denominadas memória semântica e memória episódica. As memórias semânticas consistem em conhecimento fatual e são experienciadas como "estados noéticos" de consciência, porém as memórias episódicas são sobre fatos enraizadas no espaço e no tempo que envolvem o *self*, e são experienciadas como "estados autonoéticos" de consciência (Schacter, 1985). O envolvimento do *self* torna as memórias episódicas pessoais, isto é, autobiográficas. Com a consciência autonoética, pode-se

envolver em viagens mentais no tempo para lembrar o passado e imaginar o eu futuro (Ledoux & Brown, 2017).

Quando a HOTEC foi comparada à HMS na seção 3, "Sobre as Teorias das Emoções", duas diferenças ficaram salientes, primeiro, que a HOTEC pressupõe haver duas rotas para as emoções, uma subcortical e outra cortical e, segundo, que a cognição precedeu as emoções (por exemplo, aos sentimentos de medo que teriam sido posteriores as repostas de defesa fisiológicas e comportamentais e são dependentes da cognição). Os processos cognitivos não-conscientes permitem controlar os comportamentos complexos sem ter que recorrer à consciência, em outras palavras, os processos cognitivos não-conscientes que controlam o comportamento reduzem a carga sobre a cognição permitindo o controle comportamental e as respostas mais flexíveis à estímulos (Ledoux, 2019). A ideia-chave é que a experiência consciente, seja emocional ou não, é sempre precedida por um *processamento cognitivo não-consciente* (pré-consciente) de sensações e memórias, incluindo esquemas, que resulta em um modelo mental da situação (Ledoux, 2021). Tais modelos mentais não-conscientes são narrativas elaboradas por esquemas de memória e emoções e por recursos cognitivos para a tomada de decisão. Segundo a HOTEC, a consciência anoética ("*Anoetic Consciousness*") corresponde à consciência não-cognitiva, ou seja, uma *awareness* periférica de estímulos externos ou estados internos. Distintamente, *a consciência noética ("Noetic Consciousness") refere à consciência cognitiva de fatos e/ou ideias sobre o mundo e sobre si mesmo* e, por fim, a consciência autonoética (*Autonoetic Consciousness*) diz respeito à consciência cognitiva de si mesmo como uma entidade com passado, presente e futuro possível (Brown et al., 2019).

Talvez, no exemplo que segue, há uma boa maneira de elaborar um jeito de relacionar as distinções categoriais uma com a outra. Desse modo, imagine que um organismo perceba algo, que pode ser um objeto que elicite uma resposta emocional, tal como perceber uma situação perigosa, envolvendo um predador que ameace a sobrevivência do organismo. A representação do objeto é formada pelo córtex estriado e extra-estriado em vários níveis de processamento, até a integração multimodal de processamento paralelo do objeto na forma de uma FOR. Então, por meio de conexões do córtex visual (vias ventrais e dorsais como a área MT, MST, IT e V4) ao lobo temporal

medial e as chamadas *Redes Gerais da Cognição* (GNC)[50], que acomodam as redes fronto-parietais, a DMN e as redes da atenção, essa representação é integrada às memórias semânticas de longo prazo, permitindo que as informações factuais sobre o estímulo e o seu potencial impacto para o organismo sejam representadas não-conscientemente na WM formando uma HOR. *A consciência noética não-verbal emerge sob esta informação não-consciente complementando uma experiência noética não-verbal consciente dos fatos da situação, ou seja, uma consciência que uma situação com certo potencial ao organismo está se desenrolando sendo a base para uma nova representação* (uma equação do tipo HOR+OR=HOROR). Por fim, a recuperação do esquema do *self* na representação permite que a representação constitua uma experiência autônoma da qual o *self* faz parte (um *Self*-HOROR) constituindo a consciência autonoética (Brown & Ledoux, 2017).

A WM, que é instanciada nas redes frontais ($_{DL}$PFC e $_{VL}$PFC), possibilita uma HOR não-consciente de um estado de primeira-ordem (FOR). Isso ocorre mediante a evocação de conhecimento semântico. A segunda representação de alta-ordem (HOR+OR) é uma experiência acessada introspectivamente sobre a HOR e equivale à consciência noética, um tipo passivo de consciência e envolve a WM e as redes da cognição (GNC). O escrutínio ativo da consciência é a autonoética e depende do controle cognitivo e da atenção focal sobre as memórias autobiográficas para gerar um esquema de *self*. Esta é uma representacional adicional, isto é, uma representação de terceira-ordem (*Self*-HOROR).

Em resumo, a *WM integra as informações semânticas* (*what*) e *as episódicas (when/where*), *as informações sobre os estados emocionais com as representações não-conscientes das informações autobiográficas em um HOR não-consciente, para constituir uma representação como um HOROR-noética não-verbal, mas agora consciente*. Quando a HOR-autonoética (HOROR-*Self*) é adicionada, ela sustenta uma experiência consciente do evento como acontecendo para o sujeito da experiência. Assim, são nestas áreas da GNC, que as meta-representações do mundo e do *self* seriam sustentadas (Brown et al., 2019). Portanto, a consciência noética não-verbal abarca os estados de memória

[50] As GNC correspondem as áreas laterais e mediais do PFC, a saber, ACC, ao $_{DL}$PFC e $_{VL}$PFC, $_{DM}$PFC, $_{VM}$PFC, bem como, a região orbito-frontal. Ledoux (Ledoux, 2019) inclui áreas especializadas da linguagem lateralizadas que formariam a Hipótese da Coalizão da WM para explicar o funcionamento dos seus processadores especializados em codificação de informação sensorial, das memórias e linguagem. O processamento *top-down* seria controlado pela atenção (Ledoux, 2019, p. 263).

semântica e de memória conceitual, ao passo que, a consciência autonoética das emoções demanda de estados de esquema emocional (*Emotional Schema*), de estados de memória episódica e de esquema do *self*[51]. As duas formas de consciência também pressupõem a ocorrência de estados perceptivos endógenos ou exógenos, estados motivacionais, excitação emocional e estados de *feedback* do corpo (Brown et al., 2019; Ledoux, 2019).

Antes de deixar esta subseção, o rastreamento das diferenças entre as definições conceituais de consciência noética e autonoética é importante notar: na consciência noética da memória semântica, o *self* não é pessoalmente uma parte fundamental da memória. As memórias subjacentes aos estados de consciência autonoética, em contraste, são pessoais. Eles vêm com um "sentimento de propriedade" – a sensação de que são memórias sobre a vida do *self*. A consciência noética fica entre as formas de cognição não-consciente e a consciência autonoética e, por ser baseada no conhecimento semântico, nos humanos, os estados noeticamente conscientes estão frequentemente ligados às memórias semânticas verbais e não-verbais. Isso possibilita pensar a consciência noética como um candidato para o mecanismo da consciência como tradutor de estados internos em estados externos, capaz de recrutar a WM e o sistema cognitivo-computacional da sintaxe para o serviço e ser suportada pelas redes laterais do PFC e fronto-parietais. *O mecanismo da seleção da atenção top-down pode auxiliar a WM na codificação e a consciência na seleção de itens na WM que devem ser codificados*[52]. Se os animais humanos podem verbalizar um conceito visual (por exemplo, árvore, pássaro, rio, comida, parceira (o)), também se pode usar conceitos não-verbais para guiar o comportamento, assim como fazem os outros animais não-humanos. Talvez, uma forma não-verbal de consciência noética possa existir em primatas não-humanos, e possivelmente em outros mamíferos, e talvez até em pássaros (Ledoux, 2019). No capítulo 2, a abordagem recai sobre a comunicação animal e linguagem em animais não-humanos e humanos, e a consciência noética é um mecanismo útil para descrever como o trabalho de codificação informacional de estados intrínsecos e discretos em representações simbólicas extrínsecas poderia ser feito e, quem sabe, explicar o elo de

[51] Isso não quer dizer que a consciência noética não-verbal não concerne às informações de estados emocionais do corpo, na verdade, o esquema das emoções está presente na consciência noética, exceto o esquema do *self* e um conceito de *self* não estão presentes nela (Brown et al., 2019).

[52] Há 4 regiões que ganham destaque na literatura se objetivar o controle da memória e da atenção: córtex pré-frontal lateral ($_{L}$PFC), os campos oculares frontais (FEF), o córtex parietal (área de Brodmann 7a/b) e área visual intermediária (V4) (Miller & Cohen, 2001; Buschman & Miller, 2007; Panichello & Buschman, 2021).

ligação entre os sistemas avançados de comunicação em animais não-humanos e a linguagem em humanos (Pinker & Jackendoff, 2005a; Berwick et al., 2013), constituindo o escopo desta hipótese de trabalho.

5.10. Consciência e Atenção: Dissociação Dupla ou Singular

Antes de encerrar o capítulo 1, é salutar adentar na relação consciência e atenção, aludida na subseção anterior, mas que carece de mais detalhes. Para isso, a abordagem se concentra, primeiro, em problematizar acerca de dois modelos de reputação no debate da relação dissociativa entre a consciência e a atenção, para finalmente, liga-los ao confronto entre as teorias filosóficas da representação de primeira (FOT) e alta-ordem (HOT) muito interessadas neste debate. Para a hipótese de trabalho em questão, por um lado, a atenção interessa pelo seu papel em confluir com a WM sobre a codificação informacional relevante e por funções de controle e seleção de itens, por outro lado, as representações de primeira (FOR) e alta-ordem (HOR) interessam, pois são o resultado da codificação informacional dos estados intrínsecos (por exemplo, os estados do corpo) e extrínsecos (por exemplo, a codificação linguística e a disposição comportamental).

Dois modelos importantes sobre a base neural da consciência a GNW (Dehaene et al, 2006; Dehaene et al., 2014) e o RP (Lamme, 2004; Lamme 2020) – já mencionados nas seções 4, acerca dos conceitos de consciência de acesso e fenomenal, e na seção 5, sobre os modelos de consciência, especificamente, os cognitivistas - oferecem visões nitidamente contrastantes ao longo de várias dimensões. Os conflitos entre as duas teorias incluem NCCs, ou seja, a relação exata entre a percepção consciente e as outras funções psicológicas e a qualidade fenomenológica da consciência. Por um lado, a GNW argumenta que os NCCs começam relativamente tarde no tempo (±350 ms) após o início do estímulo e dependem de interações corticais generalizadas, particularmente envolvendo as redes fronto-parietais (Dehaene & Changeux, 2011).

Por outro lado, o RP postula que os NCCs surgem no início do tempo (150 ms) e envolvem processamento recorrente localizado no córtex sensorial, nas áreas visuais primárias e secundárias (Lamme, 2006). Em termos de como a consciência se relaciona com as outras funções cognitivas, a GNW afirma que a atenção é necessária para a

percepção consciente e que a WM está intimamente ligada à atividade global do espaço de trabalho neuronal (Dehaene et al., 2006). O RP, no entanto, sugere que a percepção consciente surge em um nível mais básico e é independente de funções cognitivas como a atenção e a WM (Lamme, 2003). Por último, a GNW afirma que as pessoas experimentam somente alguns conteúdos conscientes em um determinado momento, enquanto o RP afirma haver uma experiência consciente fenomenologicamente "rica" e multifacetada, de tal modo, que as duas abordagens são compatíveis cada uma com as distintas perspectivas filosóficas, a saber, HOT de David Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011) e FOT de Ned Block (Block, 2011), especificamente nesta ordem.

No início desta seção, foi sugerido a atenção num sentido amplo como o um processo de seleção de um subconjunto da informação sensorial disponível para processamento preferencial (Cohen et al., 2012). Isso inclui a atenção *top-down* (endógena) e *botton-up* (exógena), bem como a atenção às localizações espaciais, recursos sensoriais, momentos no tempo ou objetos perceptivos inteiros, mas também as suas interações com as representações perceptivas retratadas no debate acima entre a dissociação singular e dupla (Tsuchiya & Boxtel, 2013).

Se, como sugere o RP, a percepção consciente pode ocorrer na ausência de atenção, então, os NCCs podem surgir em poucas centenas de milissegundos, muito antes da alocação da atenção, em córtices sensoriais localizados, antes do acesso das informações das redes de atenção fronto-parietal (Koch & Tsuchiya, 2007). Além disso, como a atenção é necessariamente um processo seletivo, a consciência que antecede esse estreitamento de conteúdo pode ser de fato fenomenologicamente rica e extensa. Uma dissociação dupla entre a atenção e a consciência foi proposta, no sentido que, a atenção pode modular o processamento sensorial mesmo na ausência da consciência, e como foi dito acima, esta poderia ocorrer na ausência de atenção (Tsuchiya & Koch, 2016). Contrariamente, a dissociação simples (Cohen et al., 2012) afirma que a atenção é necessária para a consciência, em outras palavras, se a atenção pode modular o processamento sensorial independentemente do estímulo ser percebido conscientemente, diferentemente, a percepção para ser consciente requer atenção. Apesar da atenção e da consciência serem processos distintos e a atenção poder funcionar independentemente da consciência, o inverso não é o caso (Mashour et al., 2020).

Inicialmente, Viktor Lamme (Lamme, 2004; Lamme, 2020) recorre à dois fenômenos (já mencionados na seção sobre os "Modelos Cognitivistas"), chamados de *Change Blindness* (CB) –mudança/desaparecimento de um item numa cena visual- e *Inattentional Blindness* (IB) –quando os sujeitos não relatam algum item presente numa cena visual. O argumento do defensor da dissociação dupla é que os participantes tiveram uma percepção fenomenologicamente mais rica que a parte reportável atingida pela atenção (Lamme, 2003). Para demonstrar isso, o paradigma de *Sperling* (Sperling, 1960) é apresentado (Landman et al., 2003). Nele, um conjunto de 12 letras é apresentado brevemente e, em média, os participantes lembram de 3-4 letras de todo o conjunto, mas quando uma linha serve de dica associada à um estímulo sonoro, os participantes lembram de 3-4 letras de qualquer linha. Isso foi interpretado como uma diferença quantitativa do RP e das FOR quanto ao Processamento Informacional Global (GIP) e as HORs (Block, 2014).

Ao mesmo tempo, a atenção não exige a consciência da percepção. A atenção é um processo de seleção separado, que em princípio é independente da experiência fenomenal consciente. A atenção é um processo de capacidade limitada, semelhante a um gargalo, que permite que os estímulos sejam processados de forma mais profunda ou mais rápida, e que é necessário para o armazenamento em uma WM durável ou para um relatório consciente sobre os estímulos (Lamme, 2020). Do mesmo modo, em experimentos de tomada de decisão (Wickens, 2002), a Teoria de Detecção do Sinal (*Signal detection theory*-SDT) prevê que muitas decisões quanto aos estímulos não dependem apenas da experiência do estímulo (Lamme, 2004). Assim: (1) em primeiro lugar, a dicotomia consciente/não-consciente, mesmo não considerando a reportabilidade, pode ser estudada quando a influência da seleção *top-down* ou mecanismo de decisão seguindo essa dicotomia está sob controle total, seja deixando-a constante ou manipulando deliberadamente isso; (2) em segundo lugar, o que um sujeito está vendo no momento da percepção visual é possibilitado pela memória de curto-prazo que é provavelmente a mais próxima da experiência fenomenal real (Lamme, 2020).

Por fim, é indispensável perguntar, como que um tipo específico de processamento pode ser um candidato apropriado a CNC? A propósito, o modelo de RP de Lamme (Lamme, 2020) sugere dois mecanismos *feedforward sweep* (FFS) e o processamento recorrente (RP) e os relaciona com os quatro estágios do processamento visual. O FFS é uma ativação sucessiva de células corticalmente organizadas, desde as

áreas visuais primárias (V1) até áreas extra-estriatais numa janela temporal que varia de 40 ms até 120 ms (Lamme, 2004). Estas conexões não dependem de qualquer forma consciente, ao contrário, correspondem ao estágio 1 de processamento das características e das categorias localizadas da cena visual (Lamme, 2020). O estágio 2 do processamento visual é responsável pelos processos visuais de interferência e inferência, onde as características locais começam a interagir para uma representação uniforme e a completar as características que faltam no contexto perceptivo global coerente do objeto. O estágio 3 é onde o processamento visual é completado.

Para a RP, as funções não-conscientes de extração de características e categorizações (estágio 1) são mediadas pela varredura *feedforward*, enquanto as funções conscientes relacionadas à organização perceptual (estágios 2 e 3) são mediadas por conexões córtico-corticais recorrentes (*feedback* ou reentrantes). Mesmo que as conexões FFS representam características complexas do campo visual, assim que o FFS atinge uma área extra-estriatal, as interações recorrentes entre os neurônios dentro dessa área e os neurônios que foram ativados anteriormente em níveis mais baixos (V1) podem começar. Essas interações são mediadas por conexões horizontais e circuitos de *feedback-feedforward* entre e dentro da rede e são expressas como influências modulatórias desses dois mecanismos (Lamme, 2004). Finalmente, vale ressaltar que o estágio 4, que adiciona as funções cognitiva, não acrescenta algo para as operações visuais que já não estão nos três anteriores (Lamme, 2020). Lamme (Lamme, 2020) cita experimentos de ilusão de ótica, como *Kanizsa illusion*, na qual, as representações visuais permanecem idênticas se os participantes prestarem atenção ou não (Vandenbroucke et al., 2014). O estágio 4 pode incluir a atenção às características detalhadas do campo visual, a WM para armazenamento, o acesso consciente e a reportabilidade. Mesmo que as funções cognitivas possam alterar um pouco as representações visuais, as operações visuais seriam impenetráveis à cognição (Lamme, 2020).

Contudo, o GWM, proposta por Stanislas Dehaene, Jean-Pierre Changeux e colegas (Dehaene et al., 1998; Dehaene et al., 2011) se posiciona diferentemente. De modo geral, a GNW baseia-se em três princípios já expostos no texto: (1) *o processamento informacional modular* (MIP); (2) o *processamento informacional rede* (NIP); (3) e o *processamento informacional global* (GIP) (Baars, 1988; Dehaene et al., 1998; Mashour et al. 2020) para explicar o processamento subliminal sem e com atenção, a pré-consciência e a consciência (Dehaene et al., 2006). O argumento é que estes três

princípios são compatíveis com a dissociação singular entre a atenção e a consciência e as experiências observacionais corroboram tal argumento (Dehaene & Changeux, 2005).

O MIP, já foi abordado em duas subseções anteriores, a saber, sobre os "Conceitos de Consciência", especificamente acerca da difusão da informação consciente, e sobre os "Modelos em Jogo", quando se falou da GNW. Para recapitular e ter em mente, lá foi dito que o MIP pode implicar codificação modal ou multimodal, serial ou paralelo, mas a codificação é sempre não-consciente. Se deve considerar que, inicialmente, a informação é processada em módulos especializados e encapsulados de acordo com a sua origem sensorial (Dehaene, et al., 1998). Do mesmo modo que um sistema de resposta comportamental, este sistema é instrumental, preocupado com a forma como o organismo deve interagir fisicamente com o mundo e realizar objetivos instrumentais, por exemplo, os *drivers* reguladores e as respostas de luta/fuga/congelamento. É imprescindível dizer que, funcionalmente, o MIP é serial, hierárquico, não-consciente e não controlado (Dehaene et al., 2006). No entanto, posteriormente, o processamento passa a ser multimodal interagindo os muitos módulos de processamento. Por exemplo, se a informação é visual, então os sistemas integram as saídas informacionais de vários módulos especializados que são processados paralelamente, contudo, este processamento é subliminal (*primming*) e não-atencional (Dehaene et al., 2006). Novamente, se pensar em um sistema de resposta comportamental, então o sistema músculo-esquelético é um bom exemplo. Como prevê a Teoria da Interação Supramodular (SIT) de Ezequiel Morsella (Morsella, 2005), estes sistemas instrumentais competem entre si e podem gerar um conflito, por exemplo, como entre segurar um prato quente de comida e evitar danos ao tecido (Morsella, 2005). Assim, é substancial postular um nível adicional chamado de supramodular capaz de integrar a informação de saída de múltiplos módulos, altamente processada, de modo organizado e coerente para uma ação adaptativa.

Assim também, vale resgatar que o NIP demanda de três condições: 1) os modelos que demandam NIP se baseiam em modos de teias que são formadas por nexos *cluster*/*hubs* em larga escala; 2) o NIP pressupõe o processamento modular; 3) é preciso ter em mente que as definições conceituais de redes são na verdade descrições funcionais de atividades que se presume ocorrerem no cérebro. Este ponto é importante, pois ele entra em jogo para explicar a consciência como "padrões de atividade de todo o sistema". A condição (1) demonstra a formação de assembleias de neurônios integrando as redes que distribuem a informação no cérebro entre as redes ativas (Pribam, 1966). A condição

(2) demonstra como os estados neurodinâmicos formam padrões de atividade resultando numa modulação de amplitude global (*Global Amplitude Modulation*-GAM) (Freeman, 1991). A condição (3) é evidenciada pelo NIP que define as múltiplas redes interconectadas influenciando-se mutuamente e trocando sinais entre si. Atualmente, as pesquisas concentram-se sobre as redes cerebrais (condição 3) que dão suporte aos processos cognitivos.

Por fim, há, talvez o aspecto mais importante e que caracteriza a exclusividade da GNW. *O GIP possibilita um sistema ser capaz de coordenar e controlar os seus processos internos mediante o uso de funções executivas como a WM, a atenção seletiva top-down, o raciocínio, o planejamento e outras para a tomada de decisão que resulta em uma ação adaptativa* (Baars, 1988). Para isso, é preciso entender que o processamento informacional é modular (inicialmente é serial, mas depois é paralelo) e supramudular (Baars, 1988; Morsella, 2005). O processamento é paralelo e distribuído multi-modalmente, como no caso das áreas de associação que alimentam o espaço de trabalho global com as informações de origem dos variados sistemas de percepção, entretanto, depois da integração global, ele é serial quando o mecanismo atencional *top-down* focaliza retroalimentando o *input* sensorial relevante na rede (Dehaene et al., 2011).

Em grande medida, o processamento informacional multimodal é automático e não-consciente com relação às saídas dos módulos e supramódulos (Baars, 1988). *A informação pode ser integrada como o resultado da interação entre as redes de larga escala DNM e de atenção DAN* (Raichle, 2015; Dixon et al., 2017), para que o sinal *output* da competição/colaboração entre os processadores acesse a rede global para que possa ser distribuído por todo o sistema (Baars, 1988). Logo, o resultado final integrado, por meio de um espaço de trabalho global é serial, consciente e internamente consistente por meio da atenção focal que faz a ignição do sistema (Dehaene et al., 2011).

Em suma, Lamme (Lamme, 2006; Lamme, 2020) afirma que FORs e as meta-representações, mantidas por atividade recorrente local entre as áreas superiores e inferiores, dentro do córtex sensorial primário e secundário, podem ser suficientes para a consciência fenomenal mesmo na ausência de reportabilidade verbal e outros indicadores de consciência de acesso. Contudo, o GNW (Dehaene et al., 1998; Mashour et al., 2020) afirma que a consciência, tanto no sentido de acesso quanto no sentido fenomenal, ocorre quando e somente quando o conteúdo relevante entra na rede global mais ampla

envolvendo as áreas sensoriais primárias, mas acima destas, as áreas frontais e parietais associadas à atenção.

Os dois modelos procuram oferecer respostas explicativas, descritivas e funcionais para a consciência. Com efeito para a questão funcional, de um lado, é defendido que a função da consciência fenomenal não pode ser confundida com a função da consciência de acesso (Block, 1995), visto que a cognição e o acesso dizem muito pouco sobre a consciência fenomenal e as muitas funções cognitivas, como a memória de trabalho e a atenção, têm parte do seu processamento não-consciente (Lamme, 2010). No entanto, por outro lado, se muitos achados resultam que a consciência possa não ter uma utilidade tão especial, há outros que dão suporte ao papel da consciência de alta-ordem na facilitação da percepção, da atenção e da tomada de decisão (Lau & Rosenthal, 2011) e, além disso, a transmissão global é uma função importante associada à consciência de acordo com a hipótese GNW (Mashour et al.,2020).

5.11. Teorias de Primeira-Ordem e de Ordem-Superior

Esta subseção sobre os modelos de primeira (FOT) e alta-ordem (HOT) da consciência é vista como uma consequência filosófica do debate teórico-conceitual e experimental, em psicologia e neurociência, sobre a relação entra a consciência e a atenção, como aquele interpelado na subseção prévia. Não somente por esta razão a subseção se justifica, mas devido às alegações acerca da hipótese de trabalho, a saber, que os estados mentais internos, traduzidos pelo mecanismo consciente, em estados mentais externos são representações de alta-ordem. Em vista disso, fica saliente um posicionamento a favor da GNW e da HOT neste debate.

Uma questão-chave é se a introspecção capta a natureza das experiências fenomenalmente conscientes. Ned Block (Block, 1995; Block, 2011) argumentou que a introspecção revela apenas os aspectos da consciência aos quais temos acesso cognitivo, o que ele chamou de “consciência de acesso” (Block, 1995). A consciência fenomenal, de acordo com Block (Block, 2011), é um nível mais fundamental de experiência que existe separadamente e independente do acesso cognitivo (Block, 1995). Desse modo, a FOT argumenta que o processamento relacionado ao estímulo é tudo o que é necessário

para que haja uma consciência fenomenal desse estímulo (Block, 1995). Nesse tipo de visão, os estados conscientes são aqueles que tornam os organismos conscientes do ambiente externo (Block, 1995). Adicionalmente, os processos como atenção *top-down*, a WM e a metacognição só permitem o acesso cognitivo e a introspecção sobre o estado de primeira ordem (FOR). Por exemplo, no caso de estímulos visuais, a FOR subjacente à consciência fenomenal envolve o córtex visual, especialmente o córtex visual secundário em vez de primário (Lamme, 2004).

Em contrapartida, a HOT de Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011) argumenta que *uma FOR é resultado somente do processamento de estímulos da percepção visual e não é suficiente para tornar possível a experiência consciente de um estímulo* (Lau & Rosenthal, 2011). Seguindo o raciocínio, além de ter uma representação do estímulo externo (FOR), uma representação desse estímulo é vital para a consciência de acesso e fenomenal, ou seja, *isso só é possível se uma HOR, que torna consciente o estado de primeira ordem, for acrescida* (Lau & Rosenthal, 2011). Em outras palavras, a consciência existe devido à relação entre as FORs e HORs. Nessa perspectiva, *os processos cognitivos, como atenção top-down, a WM e a metacognição, são fundamentais para a experiência consciente do estado de primeira-ordem* (Dehaene & Changeux, 2005). Em termos neurais, *o córtex pré-frontal e parietal tornam conscientes as informações sensoriais representadas no córtex visual secundário* (Dehaene et al., 1998).

Embora o debate ainda continue, há pontos de contato em que o que é confrontado é mais claro se tensionado sobre as evidências empíricas que dão suporte a certos fenômenos (Brown et al., 2019). Assim como para o modelo RP de Lamme (Lamme, 2004), a FOT procura corroborar as suas conclusões nos experimentos como o antes mencionado Paradigma de *Sperling* (SP) (Block, 2011). O chamado Argumento do Transbordamento (*Overflow Argument* - AO) afirma que a percepção consciente constitui uma FOR mais complexa que os processos cognitivos seguintes (HOR) para o acesso à consciência, pois todas as informações apresentadas no campo visual estão armazenadas na memória de curto-prazo (STM) sendo que, a WM possibilita só o acesso (Block, 2011). Contudo, Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011) argumenta que, tanto os fenômenos de IB e CB, também previamente comentados na subseção anterior, quanto o SP, são casos de uma ilusão cognitiva (*Refrigerator Light Illusion*), segundo a qual, pode-se ver os itens sempre que se atente à sua localização, assumindo então que já estavam conscientemente

representados. Logo, se observa o fenômeno da inflação não-atencional da experiência subjetiva, na qual, as pessoas falham em identificar as mudanças nos estímulos que são fáceis de perceber se alguém prestar atenção e conceituar os itens que mudam (Lau & Rosenthal, 2011).

Se as evidências de mascaramento impedem a reportabilidade consciente, mesmo que as áreas primárias e secundárias da visão estão funcionalmente ativas, ao contrário, quando os participantes são habilitados a reportar, então as áreas corticais adicionais são recrutadas como as áreas fronto-parietais. Entretanto, os estudos relacionados aos pacientes cegos mostram que (Persaud, et al, 2011), por causa do dano ao córtex visual, eles são incapazes de relatar a presença de estímulos visuais na parte do espaço visual processada pela área danificada do córtex, apesar de serem capazes de responder não-verbalmente ao estímulo. Não obstante, quando o estímulo ativa a parte do córtex não danificada, os pacientes respondem a ele. Do contrário, se inverter o processo e mostrar interrupção do processo em áreas fronto-parietais, então a percepção do estímulo é prejudicada (Persaud et al, 2011). Portanto, posicionar uma dependência da consciência em algum tipo de atenção não implica automaticamente uma visão da consciência de "somente acesso" (Dehaene & Naccache, 2002).

Independentemente de qual modelo da consciência seja melhor teórico-conceitualmente e bem fundamentado cognitiva e neuralmente, os estudos empíricos deverão somar-se aos esforços teóricos para criarem uma nova taxonomia em estudos da consciência. Se o RP e FOT forem verdadeiros, então se deve incluir as definições conceituais de consciência de primeira-ordem, mas se indicarem que a consciência se baseia nas primeiras formas de atenção, isso favoreceria uma visão de dissociação única sugerida pela GNW e compatível com a HOT[53]. Complementarmente, se propõe a ampliação de escopo rumo aos modelos evolucionistas (o que ocorre na seção 2 do capítulo 3, onde que, WM, atenção, representações, linguagem e consciência são discutidos numa perspectiva filogenética), ou seja, um espectro que abrange considerações evolucionárias pode ser uma alternativa interessante ao debate representacionista, cognitivista e neuronal (Brown & Ledoux, 2017, Ledoux, 2019).

[53] Os parágrafos escritos precedentemente e acima não implicam a afirmação que os modelos GNW e HOT sejam semelhantes ao todo, ao contrário, como foi demonstrado na seção 5, sobre os "Modelos de Consciência", há muitos pontos que diferenciam os dois modelos e tornando-os até inconciliáveis em alguns pontos. A única razão de citá-los em relação é que ambos são críticos tanto do modelo RP, quanto da FOT.

Finalmente, naquilo que referiu aos conflitos entre os modelos cognitivistas, RP vs GNW, e filosóficos, FOT vs HOT, os paradigmas experimentais e argumentos favoreceram a GNW e a HOT por causa de seu compromisso com uma visão de dissociação única.

Capítulo 2

Comunicação Animal, Linguagem e Consciência

Assim como o capítulo 1, o capítulo 2 é subdividido em 6 seções. A seção 1 se ocupa de descrever o que significa a sinalização em animais não-humanos num sentido geral, isto é, incluir os tipos de sinalização em animais não-humanos sendo ambas, a sinalização comportamental e a sinalização por vocalizações. Para tanto, dois casos paradigmáticos na literatura que geraram debates relevantes entre etólogos, biolinguistas, filósofos, psicólogos evolutivos, no que tange a relação entre os sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e a linguagem em humanos, são expostos. Nessa ocasião, a seção 2 é requerida evidenciando como as diferentes posições no debate (Emergentismo, Essencialismo Generativo e Essencialismo Adaptacionista) avaliam os dois casos paradigmáticos sobre a comunicação animal por sinalização comportamental e por vocalizações. Nesta seção é patente as diferenças naquilo que ressoa sobre as características mais salientes sobre os sistemas de comunicação avançados e se tais sistemas partilham características com a linguagem em humanos.

Na seção 3, o debate ganha profundidade ao chamar a questão os modelos (o Essencialismo Generativo e o Essencialismo Adaptacionista) que recebem destaque no debate em evolucionismo, primatologia, biolinguística, filosofia da linguística e outras áreas sobre a evolução da linguagem em animais humanos apresentando as premissas fundamentais que constituem o emergentismo, o essencialismo generativo e o essencialismo adaptacionista. Na seção seguinte, depois de apresentados os modelos, eles são confrontados com ênfase no debate para destacar os elementos de cada teoria que melhor servem aos propósitos explicativos da hipótese de trabalho. Nesse sentido, a ideia é de uma visão sobre a evolução da linguagem ser uma perspectiva híbrida. Detalhadamente, esta perspectiva mantém importância da recursividade para o modelo aqui apresentado, mas sem compromisso com o minimalismo como um todo, neste caso,

com as teses exaptacionistas e saltatórias e com a tese de que a linguagem evoluiu a partir de estruturas e funções outras que não a comunicação. Assim, isso implica uma abertura para um enfoque nas demais interfaces da linguagem ressaltadas pelo essencialismo adaptacionista. Na penúltima seção, a seção 5, são explorados os modelos neuronais da linguagem quanto a cronometria de processamento e o imageamento. Várias interfaces da linguagem como o processamento do léxico mental, da sintaxe e da semântica são considerados, além do circuito neural, do processamento informacional e das redes funcionais da linguagem serem relatadas. Isso é pertinente para tratar dos processos e sistemas envolvidos na codificação e decodificação linguísticas.

A seção 6 é sobre como a cognição, a consciência e a linguagem podem ser postas em jogo, na perspectiva da hipótese de trabalho, anunciando o que é aprofundado no capítulo 3. Nesta seção, dois momentos são apurados, a saber, primeiro, a relação WM e consciência que diz respeito ao mecanismo consciente que coordena a WM para codificar primariamente as estruturas simbólicas antes da codificação sintática. Esta estapa subsequente é gerida pelo sistema cognitivo-computacional, ao entrar em cena e produzir as representações simbólicas que são expressas na forma de HORs sobre as FORs, que são construídas em cima dos estados do corpo, que podem ser manifestadas comportamentalmente sem a linguagem.

Fica evidente que a consciência poderia ajudar a explicar o *gap* existente entre os sistemas de comunicação em animais não-humanos e a linguagem em humanos. Estes dois pontos constituem a hipótese de trabalho e o seu elemento de originalidade, a saber: *(1) que a consciência é um mecanismo tradutor de estados internos em externos, com propósitos comunicativos, que podem ser decodificados pelos organismos que possuem o mesmo dispositivo e o mesmo sistema de combinação dos símbolos, a saber, o mecanismo consciente de tipo noético verbal, o sistema cognitivo computacional e a memória de trabalho*; (2), por conseguinte, *que a evolução da consciência está atrelada à evolução da linguagem e que o mecanismo consciente pode ajudar a esclarecer a origem da linguagem situada no gap chimp/humano (chimp/human split) de modo gradual e incremental*. Por fim, quanto ao item (1), *o elemento de originalidade da hipótese de trabalho é a interação específica ente os três elementos, sendo que, a WM codifica estruturas simbólicas específicas e o sistema cognitivo-computacional mescla estas estruturas formando estruturas mais complexas. A WM codifica as estruturas simbólicas específicas e o sistema cognitivo-conpoutacional mescla tais estruturas*

simbólicas formando estruturas aindas mais complexas, ou seja, a WM codifica estrututas simbólicas singulares (verbos, pronoemes, adjetivos e assim por diante) e o sistema cognitivo-computacional as integra formando as setenças e sequencias de setenças, segundo regras sintáticas. O mecanismo consciente noético-verbal coordena esta atividade de tradução de estados internos e implícitos em estados externos explícitos sob a forma de representações simbólicas atuando na WM, via CE e mecanismo atencional, podendo iniciar, cessar, ritmizar, sintonizando os sistemas da WM para que não haja conflito e atuando no input da WM para o sistema cognitivo-computcional. Além disso, o mecanismo consciente é responsável pela edição final que constituem as representações extrínsecas.

Tais representações são passíveis de comunicação e o organismo que possui os mesmos mecanismos podem decodificar as informações sobre os estados internos do organismo emissor e sobre o ambiente. Isso possibilitou um ganho em termos de sobrevivência para os organismos que vivem de modo socialmente interdependente (Pinker, & Jackendoff, 2005). Isso significou que os organismos puderam adquirir mais complexidade a sua vida prática (*know-how*), por exemplo fabricando as ferramentas e os utensílios e compartilhando os conhecimentos, as suas hierarquias e as suas organizações sociais, isto é, eles puderam estender as suas relações sociais além do grupo, pois a linguagem possibilitou que as informações pudessem viajar mais longe. Por fim, as suas relações ecológicas de cooperação puderam adquirir um outro nível, quando or organismos puderam também compartilhar as informações sobre os riscos e os benefícios, os planos e as intenções. O segundo momento (item 2) é reservado ao passo seguinte, depois da primeira fase co-evolutiva da consciência com a linguagem, a linguagem ajudou a aprimorar a consciência fazendo dela mais rica e diversificada (Damasio, 1998). Em outras palavras, os estados conscientes, quando simbolizados, puderam ser expressos com maior riqueza de detalhes, maior quantidade de informação e especificidade, apesar de perderem em velocidade e imediatidade para as expressões emocionais, que referem diretamente o que elas representam (os estados internos), e que são expressas pelo comportamento.

Seção 1

Sinalização Animal em Geral

Na presente seção, o foco é apresentar alguns pontos de vista acerca do conceito de sinalização animal no sentido geral, especialmente, para tratar da separação entre os sinais, exclusivamente, comportamentais e auqeles que são vocais. A teoria da sinalização é um corpo de teorias que examinam a comunicação entre os indivíduos dentro da espécie como entre as espécies. Este tipo de comunicação pode ser verbal ou não-verbal (Reece et al., 2015).

Para os propósitos da hipótese de trabalho, esta seção é justificada se pensar na consciência como um mecanismo capaz de proporcionar a expressão dos estados internos do organismo em estados externos disponíveis aos outros organismos inseridos no mesmo nicho ecológico. Desse modo, um organismo expressa as informações comportamentais implícitas e os estados corporais como um meio de transmitir as informações aos outros organismos, assim, por exemplo, há as expressões faciais agressivas, as danças de acasalamento e outras, na qual, a expressão comportamental está diretamente relacionada às informações que representa: por exemplo, os dentes expostos representam agressividade; a postura rebaixada representa submissão; e as danças de acasalamento representam a coordenação motora eficiente (Reece et al., 2015). Contudo, há um segundo tipo de expressão dos estados internos que é através da sinalização por vocalizações de um emissor para um receptor, isto é, o comportamento comunicativo permite emitir sinais sonoros vocais como os sinais de alarme que indicam a presença de um predador no ambiente, os sinais sobre a localização de alimento que indicam o local onde o alimento pode ser encontrado e as vocalizações de agressividade afetiva que simulam o comportamento de à disposição de luta (Reece et al., 2015).

Com isso, primeiramente, Maynard Smith (Maynard Smith & Harper, 2004) apresenta uma definição frutífera sobre a sinalização animal, numa perspectiva teórica em biologia evolucionária, para tratar do problema da origem da linguagem e da sua relação com a comunicação animal neste capítulo. Dentro da biologia evolutiva, a teoria da sinalização é vista como um corpo de trabalho teórico que examina a comunicação entre os indivíduos, tanto dentro da espécie como entre as espécies. As modalidades de comunicação podem ser comportamentais, como aquelas que referem às posturas corporais, às modificações no ambiente, aos sinais luminosos e às expressões faciais, e podem envolver a emissão de sinais sonoros como os cantos e as vocalizações. A questão

central é quando se espera que os organismos com interesses conflitantes, como na seleção sexual, fornecem "sinais honestos" em vez de trapacear (*false signaling*). Alguns biólogos (Maynard Smith & Harper, 2004) oferecem modelos matemáticos que descrevem como a sinalização pode contribuir para uma estratégia evolutivamente estável dentro de uma população.

O conceito de sinal, numa perspectiva geral, é definido como um ato ou uma estrutura que modifica o comportamento dos outros organismos, pois isto teria envolvido um efeito efetivo em relação à resposta do receptor ou do consumidor do sinal (Stegmann, 2009). Se esta definição fosse adotada, algumas implicações podem ser consideradas, especificamente, algumas comparações entre a exploração e a cooperação, pois, se distingue o sinal, propriamente dito, da coerção (Stegmann, 2009). Se um sinal altera o comportamento de outros organismos, ele deve, em média, comprometer (*pay to*) o receptor do sinal para se comportar de maneira favorável ao sinalizador; caso contrário, os receptores deixam de responder e, com efeito, o sistema de sinalização deixa de existir (Stegmann, 2009)[54].

Outro ponto importante sobre a evolução do sinal é o requisito que um sinal que evoluiu, devido ao seu efeito sobre os outros organismos, é distinto de "*cue*", isto é, um sinal que é definido como qualquer característica do mundo, animada ou inanimada, que pode ser usada por um animal como um guia para ações futuras (Maynard Smith & Harper, 2004). Há duas características que permitem distinguir entre o "sinal" que provoca efeito sobre o comportamento de outros organismos, quando este carrega informação sobre um conteúdo (*aboutness*), e o sinal enquanto "*cue*" que pode guiar a ação de outros organismos: 1) Riechert (Riechert, 1978) cita dois casos na natureza que

[54] Aqui faz-se uma distinção ente a coerção comportamental e a sinalização cuja resposta do receptor e do consumidor do sinal depende de estruturas evoluídas do sistema nervoso central sobre os processos de percepção e de resposta capazes de receber, processar e traduzir, por fim, para agir de acordo com os estados e as futuras ações do sinalizador que são de interesse do receptor. A sinalização animal não pressupõe somente as relações ecológicas harmônicas intra e interespecíficas, mas, a sinalização animal também pode envolver sinalizadores que são manipuladores/trapaceiros e receptores capazes de 'ler a mente ' ou detectar os trapaceiros '*Cheater Detection'*. Tal postura é defendida por psicólogos (Tooby & Cosmides, 1989) e biólogos (Krebs & Dawkins, 1984) evolucionistas. Essa abordagem foca no emissor e nos interesses do emissor do sinal, pois a influência pode ser engendrada a partir dele. Ulrich Stegmann (Stegman, 2009) argumenta que o receptor do sinal é que dá sentido à comunicação, pois é ele que determina a função do sinal. De outro lado, Ruth Millikan (Millikan, 2001) aposta numa relação entre o emissor e o receptor quanto a sua teoria teleosemântica que fornece uma explicação do conteúdo dos estados mentais em termos das funções próprias dos próprios estados mentais ou dos mecanismos que os produzem. A abordagem adaptacionista argumenta que a seleção natural aperfeiçoou tanto a manipulação quanto a leitura da mente, neste caso, ambos os parceiros devem, em média, se beneficiar da troca, implicando um tipo de simbiose (Pinker, 2010).

ilustrariam a diferença entre as definições, a saber, o caso de um mamífero emitir CO_2 que serviria como "*cue*" para o mosquito localizá-lo no ambiente voando até a sua localização e o caso das aranhas (*Agelenopsis aperta*) que transmitem um sinal sobre o seu peso/tamanho (quando excede em 10% da rival) vibrando a teia para um receptor que decodifica o sinal; 2) Hauser (Hauser, 1996) considera que ambos, tanto sinal e quanto "*cue*", evoluíram exercendo efeito sobre o comportamento do organismo, mas somente o sinal pode ser também não automático (*on*/*off*) e, para ser produzido, pode gerar um custo extra, ao passo que, "*cue*" não impõe custos adicionais[55].

Os sinais podem ser emitidos em contextos como da seleção sexual pelas fêmeas (Okada et al., 2021), o que acarreta aos sinais dos machos sinalizadores uma pressão seletiva podendo, portanto, evoluírem modificando o comportamento do receptor para beneficiar o sinalizador (Krebs & Dawkins, 1984), para o benefício mútuo (Millikan, 2001) ou para o benefício do receptor (Stegmann, 2009). Isso aponta para a grande diversidade de sinais e a complexidade das suas funções (Cheney & Seyferth, 2003), podendo os sinais serem considerados "honestos", neste caso, transmitindo aquelas informações que aumentam a aptidão do receptor (Di Bitetti, 2005) ou podendo serem "desonestos", no caso da sinalização falsa destacando a capacidade de influência do emissor (Guzeldere et al., 2002). Um indivíduo pode "trapacear" (*Cheating*) dando um sinal desonesto, que pode beneficiar brevemente aquele sinalizador, com o risco de minar o sistema de sinalização para toda a população quando a estratégia não é evolutivamente estável para o grupo, pois há um desiquilíbrio na balança de custos e de benefícios (Maynard Smith & Harper, 2004).

Desse modo, a sinalização animal definida como um comportamento geral, na qual, os organismos expressam as informações comportamentais implícitas que são os estados corporais, é um meio de transmitir tais informações aos outros organismos capazes de interpretá-las. Num nível básico, a expressão comportamental é veloz e está diretamente relacionada às informações que representa, por exemplo, os dentes expostos representam a agressividade, a postura rebaixada representa a submissão e as danças de

[55] Hauser (Hauser, 1996) cita padrões de cores que são fixas (não são controladas) e podem indicar uma posição de status no grupo social enquanto "*cue*", por exemplo, o caso dos indivíduos da espécie *Parus major* que exibem na sua plumagem uma faixa abdominal atuando como um símbolo de status e também a camuflagem como uma sinalização que altera o comportamento dos outros organismos, exigindo um custo adicional e podendo ser controlada voluntariamente, por exemplo, o caso dos pardais domésticos machos que alteram a plumagem para mudar o seu tamanho.

acasalamento representam a coordenação motora (Lachmann, 2013; Reece et al., 2015). Em um nível acima, há as expressões das emoções que são um segundo tipo de comportamento comunicativo que permite emitir os sinais sonoros vocais (Tomasello et al., 2003). Há vários tipos de comunicação animal, a saber, visual, acústica, térmica, vocal e outras. Os sinais de alarme indicam a presença de um predador no ambiente (Sasaki et al., 2014) e podem ser específicos (Cäsar et al., 2012), os sinais relacionados ao alimento indicam o local onde o alimento pode ser encontrado (Seyfarth & Cheney, 1992), e as vocalizações que indicam a agressividade predatória (Jenssen et al., 2000) ou afetiva indicam a defesa de território, de alimento ou dos membros do grupo ou simulam um comportamento que diz respeito à disposição de luta (Lachmann et al., 2001). Estes últimos têm a função de expressar os estados emocionais aos outros organismos (De Waal & Preston, 2017).

1.1. A Comunicação Animal em Invertebrados e Vertebrados: dois casos paradigmáticos na literatura

Na seção 1, o objetivo é descrever dois casos e alguns exemplos de comunicação animal e aludir à algumas das características medulares de um sinal natural como: o efeito audiência, o controle vocal, o caráter "acerca de" de um sinal, a in/dependência do estímulo (*hard-wired*) e os sinais falsos. Desse modo, da seção introdutória anterior surgem algumas indagações como se os organismos com interesses harmônicos[56], como no mutualismo, na cooperação e na simbiose, ou conflitantes, como na competição em seleção sexual, forneçam além de "sinais honestos", (neste momento, nenhuma presunção

[56] As Relações Ecológicas podem ser Inter-intraespecíficas Harmônicas/desarmônicas. Em ecologia, uma interação biológica é o efeito que um par de organismos, que vivem juntos em uma comunidade, tem um sobre o outro. Eles podem ser da mesma espécie (interações intraespecíficas) ou de espécies diferentes (interações interespecíficas). Estes efeitos podem ser de curto ou longo prazo, ambos frequentemente influenciando fortemente a adaptação e evolução das espécies envolvidas. As Interações de longo prazo são as harmônicas. Dentre elas, se destaca o mutualismo que é uma interação entre duas ou mais espécies, onde as espécies obtêm um benefício mútuo, por exemplo, um aumento da capacidade de suporte. Uma ou ambas as espécies envolvidas na interação podem ser obrigatórias, o que significa que não podem sobreviver a curto ou longo prazo sem as outras espécies. Assim também a simbiose é importante, pois ela é uma forma de mutualismo classificado em termos de proximidade de associação. Muito importante também é a cooperação que é descrita como aquelas interações semelhantes dentro de uma espécie. Por fim, merece destaque o comensalismo, na qual, beneficia um organismo e o outro organismo não é beneficiado nem prejudicado. Ocorre quando um organismo se beneficia ao interagir com outro organismo pelo qual o organismo hospedeiro não é afetado (Reece et al., 2015).

é feita sobre a intenção consciente) os chamados "sinais falsos" (*false tokening*) para trapacear (Cheney & Seyfarth, 2003; Owren, etal., 2010). Outra questão central é se o sinal carrega ou não carrega informação natural ou semântica (Stegmann, 2009, Millikan, 2013). Além disso, outra questão presente no debate é se o sinal possui ou não possui significado, neste caso, se o sinal é alguma coisa que pode ser verdadeira ou falsa e se o animal pode comunicar a informação independentemente do estímulo constituindo uma representação (Adams & Beighley, 2013).

1.1.1. Sinalização Comportamental

Inicialmente, um estudo envolvendo a troca de sinais, que foi produzido por Sara Lewis e Christopher Cratsley (Lewis & Cratsley, 2008), entende a sinalização animal enquanto qualquer comportamento ou estrutura que altera o comportamento de outro organismo e que evoluiu devido a esse efeito. O presente estudo (Lewis & Cratsley, 2008) envolve duas espécies de vaga-lumes (*Photinus-macdermotti* e *Photuris-versicolor*) e toca na questão dos alarmes falsos (*false tokening*) e do engano (*deception*) em dois contextos, a saber, de seleção sexual e natural.

Os vaga-lumes atraem os seus parceiros sexuais piscando-lhe luzes, isto é, usando os sinais de bioluminescência num cenário de cortejo (*Courtship dialogue*), como no caso mostrado por alguns vaga-lumes machos e fêmeas envolvidos em troca recíproca de sinais de cortejo. Cada espécie possui um padrão próprio e um traço de lampejo, o que pode ser benéfico ao evitar a confusão entre as espécies e disso resultar, provavelmente, numa hibridização prejudicial. Neste caso, a espécie *Photinus* possui o seu próprio padrão de lampejo. Os vaga-lumes machos (*p. macdermotti*) emitem pulsos de luz por órgãos especializados quando estão voando a procura de fêmeas (*p. macdermotti*). As fêmeas respondem com seus próprios pulsos de luz, aos quais os machos prontamente respondem se aproximando delas. Um "diálogo" de pulsos de luz acontece até os machos encontrarem as fêmeas que serão as suas parceiras. A demonstração das preferências das fêmeas, com base nos sinais dos machos, depende da variação intraespecífica nos sinais masculinos e da resposta das fêmeas que mudam nessa faixa de sinal. Nesse sentido, a duração, a taxa e número dos pulsos de sinal bioluminescente é determinante (a variação é intraespecífica). Assim, a preferência das fêmeas pode ser medida como a proporção de

flashes dos machos aos quais a fêmea responde e, em alguns casos, o número de pulsos dentro de uma resposta da fêmea *photinus* (Lewis & Cratsley, 2008).

As preferências das fêmeas *photinus* por sinais de cortejo de machos co-específicos são selecionadas quando as fêmeas podem obter um benefício de aptidão discriminando entre os parceiros em potencial. As fêmeas podem escolher os machos com base nos sinais de cortejo que indicam os recursos materiais que um macho pode fornecer (as fêmeas se beneficiam diretamente por meio do aumento da fecundidade ou sobrevivência) ou a qualidade genética ou compatibilidade de um macho (as fêmeas se beneficiam indiretamente por meio do aumento da aptidão da prole) (Kokko etal., 2003).

A variação da sinalização por bioluminescência na espécie *photinus* também reflete o sucesso diferencial do acasalamento em vagalumes machos tanto nas preferências de acasalamento quanto na competição de acasalamento, pois a última pode incluir a competição de embaralhamento, a rivalidade de resistência e as disputas diretas (Lewis & Cratsley, 2008). O tipo de relação ecológica intraespecífica, neste caso, a desarmônica, é importante, porque, a competição entre os indivíduos *photinus* machos pode interagir com as preferências de sinal da fêmea para gerar o sucesso de acasalamento diferencial. Contudo, apesar das proporções sexuais operacionais de machos *photinus* gerarem intensa competição, durante o final da estação de acasalamento, as proporções sexuais tendem a se tornar tendenciosas para as fêmeas (Cratsley & Lewis, 2005).

Desse modo, o reconhecimento do companheiro em vaga-lumes pode ilustrar algumas características básicas da comunicação animal (Lewis & Cratsley, 2008). Para tal fim, é preciso reconhecer, primeiro, que haveria um emissor de sinal que emite um sinal físico que seria percebido pelo receptor que responde o sinal. Segundo, que este seria um comportamento de seleção sexual (*mate choice*), na qual, através da competição entre os machos *p. macdermotti*, que ocorre através da exibição de lampejos, a fêmea co-específica escolherá o parceiro. Especificamente, em vaga-lumes da espécie *p. macdermotti*, o emissor do inicial seria o macho que emite um pulso de luz e o receptor que responde ao pulso inicial seria a fêmea que responde na mesma frequência de lampejos (Lewis & Cratsley, 2008).

Embora a escolha do parceiro em muitos animais favoreça os sinais visuais, acústicos ou olfativos mais evidentes e "honestos", tais sinais também podem atrair a atenção de predadores e nem toda a sinalização animal envolve sinais honestos (Zuk &

Kolluru, 1998). Ao que parece, há uma espécie distinta que aprendeu esse padrão de sinalização. Neste caso, há que reconhecer um terceiro ponto, este é um caso de seleção natural, de predação, na qual, as fêmeas do gênero (*Photuris versicolor*) "descobriram" que poderiam atrair machos do gênero (*Photinus-macdermotti*) se imitassem o código de lampejo de uma fêmea do gênero (*Photinus-macdermotti*). A teoria da seleção sexual prevê sistemas de defesa como os sinais conspícuos para sinais de corte, mas são equilibrados em relação algum custo de adequação da sinalização, como no caso do aumento do risco de predação (Zuk & Simmons, 2018). No entanto, as exibições conspícuas de animais também podem evoluir como sinais que alertam predadores em potencial sobre a falta de palatabilidade dos sinalizadores (Zuk & Simmons, 2018). Os sinais de flash dos vaga-lumes são altamente visíveis e, portanto, podem estar sujeitos à seleção por meio de seu papel em atrair ou dissuadir uma ampla variedade de predadores em potencial (ZUK & SIMMONS, 2018). Quando um macho do gênero (*Photinus-macdermotti*) é enganado pelo falso sinal de luz emitido pela fêmea do gênero (*Photuris-versicolor*) e se aproxima para copular, acaba servindo de alimento (LEWIS & CRATSLEY, 2008).

O gênero *Photuris versicolor* é um predador especialista. São as fêmeas da espécie *p. versicolor* que se engajam em mimetização agressiva de padrões de flashes (Lewis & Cratsley, 2008). As fêmeas *photuris* atraem as presas *photinus* macho respondendo aos sinais de cortejo dos machos com flashes que se assemelham aos atrasos de resposta e padrões de flash apropriados para as fêmeas de sua espécie (Lloyd, 1984). Experimentos (Lloyd, 1975) mostraram que as fêmeas individuais de *photuris versicolor* têm repertórios de sinais, alternando facultativamente as suas respostas quando expostas aos padrões de flashes masculinos simulados de diferentes espécies de *photinus macdermotti* (Lewis & Cratsley, 2008).

Finalmente, o conteúdo de informação dos sinais de flash do vaga-lume *photinus* parece ser fundamentalmente diferente dependendo se os receptores são generalistas ou predadores especializados. A bioluminescência dos estudos acerca da sinalização em vaga-lumes *photinus* pode servir como os sinais aposemáticos (sinalização visual de defesa) para predadores generalistas, mas os mesmos sinais são altamente atraentes para vaga-lumes predadores especializados (Lewis & Cratsley, 2008).

1.1.2. Sinalização por Vocalizações

Preliminarmente, um estudo conduzido por Peter Marler e Christipher Evans (Marler & Evans, 1996) envolvendo algumas espécies como as galinhas domésticas (*Gallus-gallus*), o guaxinim (*Procyon-lotor*) e o falcão (*Falco-peregrinus*) recebeu atenção por envolver questões como os chamados co-específicos, o efeito audiência e uma gama de variação comportamental por parte dos participantes do estudo.

Sobre os chamados/gritos de alarme, Marler e Evans (Marler & Evans, 1996) procuraram demonstrar, em primeiro lugar, que haviam diferenças nos chamados/gritos que indicam a presença de predador aéreo se o companheiro está ou não presente e, em segundo lugar, que nos chamados/gritos que indicam a presença de predador terrestre, a presença ou ausência de companheiro ou membro da espécie parece não afetar a frequência de emissão do sinal. Os chamados/gritos de alarme que indicam a presença de predador aéreo para um companheiro co-específico são muito específicos, codificando as diferentes informações se comparados ao estímulo sobre o predador terrestre e proporcionando uma ação adaptativa ao outro companheiro ou membro da espécie (Marler & Evans, 1996).

O efeito audiência parece fortemente presente no caso dos chamados/gritos de alarme que indicam a presença de um predador aéreo e seriam dirigidos ao companheiro (a). Os chamados/gritos de alarme, no contexto de predadores aéreos, são suaves e prolongados, designados como de baixa amplitude, mas suficientes para serem ouvidos pelo companheiro (a) e para não serem ouvidos pelo predador (a), dificultando a localização da ave. O número dos chamados/gritos de alarme aéreo é pequeno e, depois de produzi-los, a ave permanece em silêncio. As taxas de alarmes aéreos de um macho da espécie *Gallus-gallus* em resposta ao *Falco-peregrinus* sobrevoando pode variar se estiver presente um membro da mesma espécie ou um membro de outra espécie (*Colinus-virginianus*) no local. Se um macho da espécie *Gallus-gallus* estiver sozinho, ele permanece quieto, mas não é indiferente a localização do predador (*Falco-peregrinus*), adotando os comportamentos de defesa como olhar para cima, correr para um abrigo, agachar e ficar imóvel (as mesmas ações quando há um companheiro presente).

Diferentemente, os chamados/gritos de alarme terrestres são altos, prolongados, espaçados e repetidos e são dirigidos tanto para os companheiros (a) presentes quanto para o predador (a), mostrando tanto a localização da ave que emite o chamado quanto a

detecção da localização do predador, retendo a sua atenção e induzindo-o (a) a caçar em outro lugar. O comportamento que acompanha os chamados/gritos de alarmes terrestres também difere do comportamento que acompanha os chamados/gritos de alarme aéreos. O comportamento típico é mover-se de lugares cobertos para lugares abertos com a cabeça alta repetindo movimentos abruptos. Para Marler e Evans (Marler & Evans, 1996), as circunstâncias em que os chamados/gritos de alarmes terrestres acontecem, não favoreceriam a ocorrência do efeito audiência, pois o fornecimento ou a retirada de companheiros (as) no experimento, não afetou a produção dos chamados/gritos de alarmes terrestres e não mudou comportamento (Marler & Evans, 1996).

No entanto, o caso de efeito audiência é observado nos chamados de alarmes. Em síntese, os resultados do estudo (Marler & Evans, 1996) apontaram a especificidade do estímulo e os distintos padrões comportamentais para os predadores terrestres e aéreos, além disso, observa-se o controle vocal caso haja membros do grupo presentes no ambiente (efeito audiência) e a presença do predador aéreo no ambiente[57], sendo que, o indivíduo poderia emitir ou não o sinal se há risco de ser identificado pelo predador (Marler & Evans, 1996). O efeito audiência se refere ao fato de que os chamados ou gritos podem variar com a presença de um membro do grupo ou prole no mesmo ambiente. Isto pode mostrar que as condições de estímulo que controlam a sinalização podem variar e serem complexas. Para os autores, haveriam flexibilidade na sinalização e complexidades ambientais nos chamados/gritos e na sinalização de animais não-humanos, de tal modo que, também haveria ampla variação das condições que promovem a sinalização (Marler & Evans, 1996).

Outro conjunto de estudos envolvendo as aves e os chamados concernem à presença de alimentos. Os estudos de Evans e Marler (Evans & Marler, 1994) também

[57] Neste caso, parece haver um significado evolutivo em relação aos predadores aéreos. Além da frequência do sinal ser diferente, os chamados de alarme aéreo são suaves e demorados e, às vezes, têm um comprimento de banda de frequência estreita, eles compartilham características com os alarmes emitidos por aves canoras que provavelmente os tornam mais difíceis de localizar. Esse tipo de chamado é projetado para ser transmitido a uma distância limitada, com um espaço ativo restrito. Os chamados de alarme são projetados, em outras palavras, para serem suficientemente altos para espalhar o alarme sem serem tão altos a ponto de alcançar o predador e, assim, revelar a presença e localização da ave 'sentinela'. Além disso, o comportamento varia sendo caracterizado pela busca de um esconderijo e pelo agachamento, seguindo de congelamento, para tentar não ser percebido pelo predador aéreo. A vocalização pode ser exibida ou não, se o predador for aéreo, mas é muito provável se o predador for terrestre (Marler & Evans, 1996, p.28). Além disso, muitos animais produzem chamados de comida numa taxa que varia com a presença ou ausência de membros do grupo ou produzem chamados de alarme que variam em taxa ou intensidade se a prole está ou não presente (Di Bitetti, 2005).

dizem respeito aos chamados de comida. Aqui, as taxas de emissão do sinal não variaram muito, se o macho estava acompanhado de uma fêmea familiar, de uma fêmea não-familiar ou sozinho. O comportamento de obter comida foi mantido, assim como, os chamados de comida foram emitidos mesmo que os machos *Gallus-gallus* estavam sozinhos, mostrando que a presença de uma fêmea *Gallus-gallus* não é necessária para a produção do sinal. Do mesmo modo, a presença de uma fêmea *Gallus-gallus* não teve efeito no comportamento vocal do macho durante os testes de controle (Evans & Marler, 1994) em que não havia comida disponível (neste caso, o comportamento de obter comida estava ausente e não foi emitida alta taxa de sinais de comida para atrair fêmeas, mas foi mantido o comportamento de exibição para atrair fêmeas). A conclusão do estudo de Evans e Marler (Evans & Marler, 1994) é que há uma ligação específica entre a emissão dos chamados de comida e a disposição da comida no meio. A hipótese de que os chamados de comida seriam uma parcela de um comportamento para atrair fêmeas, dada a presença de uma fêmea, seria improvável. O indivíduo da espécie *Gallus-gallus* mantém o comportamento para obter a comida, mas dependendo das circunstâncias sociais do organismo (neste caso, é importante a disposição do alimento no meio), pode emitir ou não o chamado de comida. A audiência pode afetar a produção de sinalização vocal de comida (mas, não significativamente, pois as taxas de emissão variam pouco) sem afetar o comportamento para obter comida (Evans & Marler, 1994).

Em resumo, ao que parece, os chamados de alarmes aéreos são úteis para o estudo do controle voluntário e da semântica das vocalizações devido à sua especificidade em comunicação animal. A especificidade do *input* exibe vários tipos de chamados de alarme, obtidos pela associação tipo de chamado/tipo de predador em aves adultas. Em um chamado aéreo, diferentes tipos de informação são codificados por uma ave. Os atributos de um estímulo que são relevantes para os chamados de alarmes aéreos incluem, segundo testes de laboratório com imagens de vídeos digitalizados de gaviões, o tamanho da imagem, a velocidade, a forma e a posição do pássaro no espaço (Evans et al, 1993b). Em experimento com *playback* (Evans et al., 1993a), são selecionados e apresentados 12 tipos de chamados de alarme, sem a presença do predador, eliciando respostas adaptativas distintas (para os sinais acerca dos predadores aéreos, o olhar/escanear para cima, os movimentos de rotação com a cabeça, o correr para se esconder, o agachar, o ficar imóvel, ou, para os sinais acerca de predadores terrestres, o olhar/escanear horizontalmente, os repetidos movimentos abruptos com a cabeça, a manutenção da cabeça alta, o correr para

locais abertos e etc). Para os autores (Marler & Evans, 1996), os companheiros (a) parecem entender o significado dos chamados de alarme de uma ave *Gallus-gallus*, pois a informação transmitida para os outros é suficiente para selecionar uma resposta adaptativa específica, apropriada para cada tipo de predador (Marler & Evans, 1996). Além disso, pressupor um mecanismo cognitivo de controle vocal em aves é mais apropriado que uma interpretação "*hard-wired*" de circuitos reflexivos para alcançar a eficiência comunicativa, como se observa no caso dos chamados de alarme aéreos, quando as aves emitem o sinal de alerta em altas taxas na presença de um companheiro (a), ou, emitem em baixas taxas quando não há companheiro presente (Marler & Evans, 1996).

Seção2

Comunicação Animal e Linguagem em Humanos

A discussão a respeito da questão acima (seção 1) seria se as vocalizações entre os animais não-humanos, que permitem a comunicação, carregam informação e se os seus sinais possuem ou não significado. Para tanto, o escopo desta seção é discutir as características importantes dos sistemas comunicativos avançados, como a dependência do contexto, a falsa sinalização, o efeito audiência e outras segundo algumas perspectivas, em especial, a abordagem representacionista de Adams e colegas (Adams & Aizawa, 2010; Adams & Beighley, 2013), a abordagem informacional de Stegmann (2009) e a abordagem teleosemântica de Millikan (2004).

2.1. A Comunicação Animal e a Linguagem em Humanos seriam realmente distintas?

2.1.1. Falsa sinalização

Para Adams e colaboradores (Adams & Aizawa, 2010; Adams & Beighley, 2013), o significado linguístico seria definido como algo que pode ser verdadeiro ou falso e como algo que pode ser comunicado a partir de um estímulo independente do contexto (do nicho

ecológico ao qual o organismo está inserido). Para Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013), o significado genuíno requer a independência do estímulo em relação ao contexto, o que não seria compartilhado pela sinalização entre os animais não-humanos. Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) estariam dentro da corrente de pensamento que aceita a tese que a informação poderia ser a ferramenta adequada para entender a comunicação entre animais não-humanos[58], que a informação e o significado estariam relacionados, mas seriam diferentes e que a "*false signaling*"[59] não implicaria em significado linguístico.

Para Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013), a informação, por si só, não garantiria o significado. Quando um sinal ou símbolo tem significado, ele perderia o puro valor informacional. A informação, carregada na comunicação animal, teria a função de indicação e não poderia ser falseada. A indicação seria um tipo de relação entre dois eventos que teriam entre si uma correlação válida, como por exemplo, a fumaça em uma floresta que indica a presença de fogo (Adams & Aizawa, 2010)[60]. Além da função de indicação, esta noção de informação possuiria outra característica: não haveria a possibilidade de ser falseada. A fumaça indica fogo e não indicaria falsamente fogo. Nesta perspectiva, se alguém diz "fumaça significa fogo", tomaria a noção de "significar" como equivalente a "indicar" (Adams & Aizawa, 2010).

Parece que Adams & Beighley (Adams & Beighley, 2013) emprestam a noção de signos naturais de Grice (Grice, 1957) para se referir às palavras que indicam coisas. A informação, em um nível natural, teria a função de indicação e não poderia ser falseada, enquanto o significado, no nível semântico, poderia ser falseado. A informação, como signo natural, não poderia ser desvinculada de seu ambiente de origem e não poderia ser usada para falar sobre o "não-caso", como poderiam ser usados os símbolos com significado. Os símbolos com significado abririam a possibilidade para o erro, poderiam

---

[58] Ver também Owren e colegas (Owren et al., 2010). Menciona-se Owren e colegas (Owren et al., 2010), no fim, para apresentar a visão alternativa que, antes de transmitir informação, a função primária das vocalizações em animais não-humanos seria influenciar a excitação, a atenção e o que ele chama de "sistema afetivo" do ouvinte.

[59] O termo "falsa sinalização", se refere ao comportamento observado em muitas espécies de animais não-humanos de emitir falsos sinais que teriam objetivo de "enganar" presas ou predadores. Na subseção sobre sinalização comportamental, a pesquisa de Lewis e Cratsley (Lewis & Cratsley, 2008) sobre algumas espécies de vaga-lumes (*Photinus-macdermotti* e *Photuris versicolor*), agrupadas sob esta unidade taxonômica de gênero, são um caso de falsa sinalização.

[60] Sobre isso, ver *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, "Causal theories of mental content", em particular, o item 2, "Some Historical and Theoretical Context".

ser falseados e possibilitariam a reflexão, pois livrariam o significado da dependência do estímulo. Apesar da independência do estímulo e a possibilidade de falseabilidade serem traços que explicariam a diferença entre a informação e o significado, as origens do significado não estariam na informação no nível natural e puro (Adams & Beighley, 2013).

2.1.2. Estímulo Dependência

Outra característica da noção de informação seria o seu caráter de estímulo dependência: no nível da pura informação, a fumaça não surgiria sem a presença do fogo, sendo que, esta seria uma definição natural. Enquanto indicação, a informação seria um modo de atestar uma conexão nomológica com o mundo. As coisas que têm somente valor informacional ou de indicação não seriam falseadas (*false tokening*)[61], porque a informação indicaria a presença de algo no ambiente e não indicaria a não-presença. Se alguém diz "fumaça" e não há a presença de fumaça ou fogo nas proximidades (por equívoco ou por mentir e assim por diante), não se estaria mais no nível da pura informação, mas no nível do significado, pois não havendo estimulo dependência sobre a presença de fumaça ou fogo, o discurso se engajaria sobre coisas não presentes possibilitando a falseabilidade (Adams & Beighley, 2013).

Pode ser ilustrativo tomar como exemplo o caso dos chamados de alarme emitidos por pássaros para avisar o bando da presença de um predador (Charnov & Krebs, 1975). A pesquisa em questão refere à relação entre as pequenas aves canoras (*Serinus-canaria*) e os gaviões (*Falco-peregrinus*), contudo, para ser mais ilustrativo, é possível imaginar um cenário. Imagine que um bando de *Serinus-canaria* esteja se alimentando em um campo. Tais aves têm o hábito de se camuflar sob os arbustos quando há uma ameaça de perigo. Há ainda um gavião que voa longe e ainda não viu o bando de aves, de tal modo, que não voa na sua direção, apesar de que, há o perigo que a sua apurada visão possa detectar a presença do bando e o gavião se lance ao ataque. Agora há que supor também que um membro do bando vê o gavião, mas os demais ainda não viram. Geralmente, estas

[61] A expressão "*false tokening*" parece se referir à geração de sinais falsos livres de contexto que dependem da elaboração de uma teoria da mente, a habilidade de entender que outros têm crenças e desejos, o controle voluntário do comportamento e a presença da intencionalidade como marca da presença da consciência (Adams & Beighley, 2013).

aves possuem um vigia ou sentinela, um membro do bando que quando vê um gavião emite um sinal de alarme, geralmente, um canto de curta duração, avisando os outros membros de bando que se põem em fuga e, com efeito, frustrando a caça do gavião. Se for indagar para o proboema em questão, do estímulo-dependência, se pode supor que tais sinais, como o pio de chamamento, tem um significado ou carregam uma informação como "há um gavião". Os animais que recebem esta informação e agem de acordo, tem maior probabilidade de serem beneficiados (Krebs & Dawkins, 1984; Dawkins, 2001). Neste caso, se diz que a informação seria verdadeira. Mas, animais não-humanos podem comunicar informação falsa?

Não obstante, agora, suponha-se que uma ave canora usasse o sinal "há um gavião" quando não houvesse um gavião, desta maneira, tal função causa a fuga dos membros do bando, os quais deixariam toda a comida à disposição para a ave sentinela que é a emissora do sinal (Dawkins, 2001). Charnov e Krebs (Charnov & Krebs, 1975) não parecem estar interessados se esta ave tenha deliberadamente e conscientemente enganado o bando, mas parecem interessados sobre o "efeito funcional" equivalente ao engano: o pássaro que emitiu o falso sinal sobre a presença de um gavião obteve o alimento à custa dos outros membros do bando e a "causa" dos outros pássaros fugirem seria uma reação apropriada ao grito associado à presença de um gavião (Charnov E Krebs, 1975).

Alguns pesquisadores (Charnov & Krebs 1975; Krebs & Dawkins 1984) parecem estar de acordo que os animais não-humanos podem emitir informações falsas. Mas, isto significaria que estas expressões fazem o salto para o nível do significado? Para Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013), este cenário não seria de uso da linguagem com significado. Para isso, supunha-se que a ave que sinalize "há um gavião" diante da presença de um gavião, ganhe controle voluntário sobre este comportamento e os sinais de alarme. Supunha-se também que pode realizar isso manipulando o comportamento das outras aves do bando com os seus chamados. Isso poderia trazer vantagens de sobrevivência, pois, ao gritar, o bando se põe em fuga e ela consegue o benefício com um custo baixo. Neste cenário, talvez, num primeiro momento, o grito da ave ("há um gavião") que causava a fuga das outras aves era involuntário e, talvez, posteriormente, a ave tenha adquirido o controle voluntario de produzir ou não o grito "há um gavião" quando não há um gavião presente e controlar a sua tendência de sair voando junto com o bando. Em resumo, se antes a presença de um gavião causaria os gritos de "há um

gavião", agora, estes gritos poderiam ser causados pela presença ou não do predador (Charnov & Krebs 1975; Krebs & Dawkins 1984).

Segundo a teoria representacionista do significado (Adams & Aizawa, 2010), mesmo que possa ser dito algo verdadeiro (quando há um gavião presente) e possa ser dito algo falso (quando não há um gavião presente), a origem informacional que explica porque o grito "há um gavião" significa a presença de um gavião e a não presença de um gavião, não seria comprometida. Mesmo que o grito "há um gavião" não garanta a presença do gavião (o grito "há um gavião" pode não informar os outros da presença do gavião), o seu vínculo original (entre "há um gavião" e a presença do gavião) seria preservado. Apesar da falsa sinalização ser possível na transmissão de informação (Charnov & Krebs 1975; Krebs & Dawkins 1984), ela não provocaria uma desconexão com o ambiente como ocorre no nível do significado (Adams & Beighley, 2013). O significado do sinal deveria ser estabelecido antes da habilidade de emitir uma falsa sinalização. Neste caso, o critério não seria somente a capacidade de manipular os outros organismos não-humanos, mas a prática teria que ser amplamente difundida, teria que ser independente do estímulo e o conteúdo do sinal teria que ser fixado antes da emissão do falso sinal para se estabelecer significado linguístico (Adams E Beighley, 2013).

2.1.3. Aboutness ou o "acerca de" do sinal

Outro ponto digno de nota é a propriedade "*aboutness*" da informação natural. Os sinais que transmitem informação teriam um "acerca de" suficiente para comunicar sobre os objetos indicados no nicho ecológico. Uma ave membro de um bando que emite um chamado de alarme sobre a presença ou não de um gavião carrega a informação sobre um gavião voando nas proximidades e isto pode ser entendido pelos receptores do mesmo sinal se o sinal não tenha sido elevado ao nível do significado linguístico. Os receptores podem se comportar adequadamente à propriedade acústica perceptual do chamado de alarme. Uma ave poderia associar o som de um chamado de alarme da presença de um gavião com o objeto "gavião" e cognitivamente associar os dois sem que o chamado de alarme tenha o significado linguístico de gavião (Zuberbuhler Et Al., 1999). Para que tivessem significado linguístico, os animais não-humanos teriam que ter um *background* mútuo de crenças, desejos e intenções, em resumo, teriam que possuir uma teoria da mente. Os signos que transmitiriam informação comunicariam sobre a indicação de

objetos no ambiente e não se refeririam aos objetos, como fariam os signos linguísticos (Adams & Beighley, 2013).

2.1.4. Efeito Audiência

Um segundo ponto importante que desperta das subseções precedentes é o chamado "efeito audiência". Muitos animais produzem chamados de comida/alarme (Evans & Marler, 1994; Marler & Evans, 1996) numa taxa que varia com a presença ou ausência de membros do grupo ou produzem chamados/gritos de comida/alarme que variam em taxa ou intensidade se a prole está ou não presente (De Bitetti, 2005). O "efeito audiência" se refere ao fato de que os chamados podem variar com a presença de um membro do grupo ou prole no mesmo ambiente e com a presença ou ausência de um predador. Isto pode mostrar que as condições de estímulo que controlam a sinalização poderiam variar e serem complexas. Mas os sinais emitidos apresentariam independência do estímulo e o controle da sinalização seria devido a um sistema cognitivo voluntário?

Apesar de Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) reconhecerem que há flexibilidade na sinalização e que há complexidades ambientais nos chamados e na sinalização de animais não-humanos, por exemplo, haveria uma ampla variação das condições que promovem a sinalização dependendo, inclusive, se há membros co-específicos presentes ou os autores (Adams & Beighley, 2013) parecem não estar convencidos que na sinalização, nos chamados emitidos por animais não-humanos, haveria independência do estimulo/contexto e controle voluntário que garantiriam que o sinal retém significado como supõem Marler e Evans (Marler & Evans, 1996).

2.1.5. A sinalização Animal e as Relações Ecológicas Harmônicas e Desarmônicas

A abordagem da comunicação informacional por influência de Stegmann (Stegmann, 2009), segue a linha de pesquisa de Marler e Evans (Marler & Evans, 1996) e fornece um comentário interessante sobre o estudo feito por Lewis e Cratsley (Lewis & Cratsley, 2008) acerca dos sinais emitidos por vaga-lumes para encontrar os seus parceiros. Stegmann (Stegmann, 2009) tem uma perspectiva diferente de Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) ao considerar que os sinais que carregam informação

trocados entre os animais não-humanos podem conduzir a "*false tokened*" e, portanto, ao significado.

Stegmann (Stegmann, 2009) considera o caso da sinalização por bioluminescência dos vagalumes *photinus* e *phutoris* (Lewis & Cratsley, 2008) como exemplo de transmissão de informação com conteúdo e que o conteúdo do sinal seria fixado antes da emissão do falso sinal caracterizando "*false signaling*", mas o sentido seria determinado pelo receptor do sinal e, assim, pelo o papel que o sinal exerceria. Os sinais seriam eventos físicos, comportamentos ou estruturas, para os quais, os receptores respondem. Esses sinais, compartilhados por animais não-humanos, seriam eventos que carregam informação para os receptores, onde que a informação seria o conteúdo do sinal ou o "sobre o que" do sinal (*aboutness*). Essas instâncias[62], por exemplo, poderiam ser os pulsos de luz dos vaga-lumes que revelariam as informações sobre a sua localização, o seu estado motivacional e a sua identidade de espécie: os pulsos de luz do vaga-lume macho (*Photinus-macdermotti*) transmitiriam as informações sobre tempo, espaço e sobre ser um macho desenvolvido sexualmente da espécie (*p. macdermotti*) que está disponível para acasalar (Stegmann, 2009)[63]. O exemplo acima poderia ser provavelmente um caso de "*false signaling*", porque haveria um sistema capaz de instanciar a habilidade de enviar uma informação falsa. Quando as fêmeas (*Photuris-versicolor*) produzem flashes de luz falsos induzindo a disposição comportamental para o acasalamento e os machos (*Photinus-macdermotti*) sinalizam de volta, provavelmente, está se estabelecendo uma relação interespecífica desarmônica de predação, cuja vantagem, estaria ao lado do tipo *versicolor* (Lewis & Cratsley, 2008).

A teoria de Stegmann (Stegmann, 2009) parece apontar para a perspectiva que os sinais trocados entre os animais não-humanos possuem conteúdo representacional. Dois pontos se destacariam nesta perspectiva: (1) que o estado representacional e a determinação de conteúdo seriam dados pelos receptores do estímulo, pois determinados

[62] Se entende aqui por instâncias os sistemas designados para produzir falsos sinais que parecem possuir propriedades representativas. Os falsos sinais "pegariam carona" em sistemas projetados para produzir sinais verdadeiros (Millikan, 2004).

[63] Nem todos concordam com esse alcance da transmissão da informação na comunicação animal. Segundo Seyfarth e Cheney (Seyfarth & Cheney, 2003), os conteúdos informacionais transmitidos por signos, como acima citados, seriam extremamente raros, pois, na maioria dos casos, os conteúdos informacionais transmitidos mediante comunicação entre os animais não-humanos seriam mais restritos sendo evocados sobre a localização de comida ou sobre a presença de um predador e não informariam sobre a identidade de espécie e comportamento disposicional.

conteúdos podem ter diferente significado para diferentes "consumidores"; (2) que poderiam ser conferidos tanto em relações ecológicas interespecíficas harmônicas (por exemplo, o mutualismo, a protocooperação e outros) quanto em relações ecológicas interespecíficas desarmônicas (por exemplo, a predação, o parasitismo e outros). Para Stegmann (Stegmann, 2009), muitos sinais trocados entre os animais não-humanos não requerem necessariamente cooperação entre os "produtores" do sinal e os seus "consumidores".

Porém, Millikan (Millikan, 2004) parece assumir a posição que a comunicação entre os animais não-humanos só seria bem-sucedida (podendo trazer vantagens para ambos, como a sobrevivência e a reprodução) se obrigatoriamente houvesse uma cooperação entre os dispositivos de produção e recepção do sinal. A função do mecanismo de emissão de sinal seria emitir um sinal que corresponda ao mundo, de acordo com um mapeamento acerca das circunstâncias ambientais correspondentes ao estímulo. A função do mecanismo de recepção do sinal seria possibilitar uma reação para o sinal que beneficie ambos, o emissor e o receptor do sinal. Do ponto de vista de Millikan (Millikan, 2004), sobre o caso dos vaga-lumes, a função do mecanismo de produção do flash estaria em emitir flashes que mapeiam um conjunto de condições acerca da reprodução da espécie *p. macdermotti*, da identidade da espécie do emissor e da sua disposição para acasalar em tempo e espaço específicos. Neste caso, a função do mecanismo de produção de flash da fêmea *p. macdermotti* seria emitir o sinal específico, em resposta ao sinal do macho co-específico indicando o local e o momento em que ela estará disposta a acasalar. O mecanismo de recepção do sinal do macho teria a função de "consumir" o sinal emitido pela fêmea para obter a indicação que ajudaria a localizá-la e se mover em direção à localização da fêmea *p. macdermotti* com quem trocou uma sucessão de flashes. O benefício de tal comportamento seria a promoção do acasalamento e a consequente geração da prole.

Segundo Millikan (Millikan, 2004), isso foi possível, porque teria havido um mapeamento das circunstâncias específicas das "condições normais". Em outras circunstâncias, a fêmea *p. macdermotti* poderia não estar pronta para acasalar e o mecanismo de "consumo" do sinal do macho não poderia realizar esta função, pois o mapeamento do flash de uma fêmea co-específica não seria condição suficiente para o dispositivo do macho *p. macdermotti* ativar esta função. As "condições normais" para um dispositivo "consumidor" de sinal ativar uma função específica exigiriam que o sinal

ocorra com as circunstâncias historicamente predominantes no mundo para aquele contexto e que o mapeamento de sinais deste tipo seja a função dos mecanismos produtores de sinal (Millikan, 2004). Em outras palavras, o conteúdo (descritivo) de um sinal diria respeito às circunstâncias no mundo e ao mapeamento deste sinal, que seria a função do dispositivo de produção. Estas seriam as "condições normais" para o dispositivo receptor ("consumidor") ativar uma função especifica. Os flashes de uma fêmea *p. macdermotti*, que indicariam que "há uma fêmea *p. macdermotti* pronta para acasalar", resultariam da função do dispositivo de produção da fêmea que mapeia estes flashes para a presença do *p. macdermotti* macho, o companheiro co-especifico disponível para acasalar. Este mapeamento seria também a "condição normal" para o dispositivo consumidor do macho *p. macdermotti* ativar a sua função.

Haveria outro ponto a destacar. Segundo Millikan (Millikan, 2004), na produção/consumo de sinais haveria a necessidade da cooperação entre os dispositivos de produção e consumo de sinais[64]. Um aspecto da cooperação já foi mencionado: a consecução da função dos dispositivos de produção do sinal seria a "condição normal" para o mecanismo que irá "consumir" o sinal ativar a sua função. O inverso também parece ser válido, pois a "condição normal" para o dispositivo de produção estabelece que o dispositivo de consumo consiga exercer a sua função. Em Millikan (Millikan, 2004), esta relação explicaria a noção de cooperação: os dois dispositivos para exercerem as suas funções dependem que ambos sejam bem-sucedidos e que as circunstâncias historicamente predominantes aconteçam. Mas, como explicar a relação de predação segundo o modelo de Millikan (Millikan, 2004), neste caso, quando uma fêmea *Photuris Versicolor*, mediante a emissão de sinal falso, atrai o macho *Photinus Macdermotti* para onde ela está?

Para Stegmann (Stegmann, 2009), haveria um problema em limitar a ocorrência de sinais que carregam informação e possuem conteúdo representacional somente para as relações de cooperação e excluir a possibilidade de ocorrência para as relações ecológicas interespecíficas desarmônicas. O cenário de cooperação entre os dispositivos de produção e consumo de Millikan (Millikan, 2004) parece estabelecer que para o dispositivo de consumo atingir a sua função, seria necessário que o dispositivo de produção atinja a sua

[64] Para Millikan (Millikan, 2004), a cooperação ocorreria entre os dispositivos de produção e consumo de diferentes organismos. Para Stegmann (Stegmann, 2009), poderia haver cooperação entre os dispositivos de produção e consumo do mesmo organismo.

função antes. A função do dispositivo de produção do predador seria sinalizar de modo semelhante aos flashes da fêmea *p. macdermotti* em resposta a percepção do flash de um macho *p. macdermotti*. O dispositivo de produção atingiria a sua função se a emissão do flash co-ocorrer com as circunstâncias historicamente predominantes. Mas, se aplicarmos o argumento de Millikan (Millikan, 2004) sobre as "condições normais" ao caso dos vaga-lumes, então a co-ocorrência dos flashes da fêmea *p. macdermotti* com a presença de um predador *p. versicolor*, que imita o seu sinal, não seriam as "condições normais" para o dispositivo consumidor do macho *p. macdermotti* ativar a sua função. Em outras palavras, a co-ocorrência de flashes da fêmea *p. macdermotti* com a presença da fêmea *p. versicolor*, não seriam as circunstâncias historicamente predominantes das "condições normais" para o dispositivo consumidor do macho ativar a sua função. Nestas circunstâncias, quando os machos *p. macdermotti* respondem aos flashes emitidos por fêmeas *p. versicolor*, então estariam localizando um predador e não uma fêmea co-específica. Assim, os flashes emitidos pela fêmea *p. versicolor* não possibilitariam a cooperação entre os dispositivos de produção e consumo requeridos para ascensão dos sinais do nível natural para o representacional como pretende Millikan (Millikan, 2004)[65].

Para Stegmann (Stegmann, 2009), os sinais que carregam informação com conteúdo representacional não ocorreriam somente quando há as circunstâncias historicamente predominantes, neste caso, na tentativa de acasalamento, considerada como uma relação de cooperação. O macho *p. macdermotti* ativaria a sua função mesmo se o sinal não for emitido pela fêmea p. *macdermotti*, mas pela fêmea *p. versicolor* (Lewis & Cratsley, 2008). A explicação de Stegmann (Stegmann, 2009) foca nos dispositivos de consumo: os dispositivos de consumo ativariam a sua função, independentemente, de quem tenha enviado o sinal e de que tipo de relação esteja em jogo. O "consumidor" do sinal seria quem determinaria o conteúdo representacional do sinal e a cooperação não

[65] Para Stegmann (Stegmann, 2009), as "condições normais" podem diferir se um sinal tem diferentes conteúdos para os seus consumidores e gerar, com efeito, diferentes funções. Por exemplo, no caso do chamado de alarme emitido por uma ave co-específica para avisar as demais sobre a presença do perigo, o sinal pode ter duplo conteúdo: pode sugerir a fuga para longe do predador, mas também poderia servir para avisá-lo que o predador foi descoberto e que as presas poderiam facilmente fugir. O sinal poderia carregar a informação com o sentido "há um predador" ou "eu poderia fugir" A reação para correr seria vantajosa para a presa se há um predador presente no ambiente. Se a presa poderia escapar facilmente, seria vantajoso para o predador ir caçar em outro lugar já que foi descoberto (Marler & Evans, 1996). Neste caso, os dois dispositivos de consumo poderiam diferir tanto na função da sua resposta comportamental, quanto nas "condições normais" correspondentes (Krebs & Dawkins, 1984).

seria o único caminho para os sinais animais não-humanos chegarem ao significado linguístico[66].

O requisito que dotaria os flashes enviados de conteúdo representacional, independentemente se gerados pela fêmea *p. macdermotti* (em "condições normais", tais flashes mapeiam a presença da fêmea *p. macdermotti* disposta a acasalar) ou pela fêmea *p. versicolor* (os sinais representariam uma tentativa de engano), seria o fato de haver um dispositivo de consumo em machos *p. macdermotti* que ativaria uma função. O flash não corresponderia a si mesmo, mas ao mapeamento. A determinação do conteúdo do flash para algo como "há uma fêmea *p. macdermotti* disponível para o acasalamento", seria garantido pelas circunstâncias ambientais, pela presença de uma fêmea *p. macdermotti* disponível para o acasalamento e pelo mapeamento de tal flash. Estas seriam as "condições normais" para o dispositivo de consumo do macho *p. macdermotti* ativar a sua função. Neste exemplo, o sinal corresponderia ao mapeamento das circunstâncias, como a identificação da espécie, a disposição comportamental, a localização e ao momento da fêmea *p. macdermotti* no ambiente. Se o sinal assim fizer, então ele corretamente representa as circunstâncias, mas, se isto não ocorrer, como no caso da fêmea *p. versicolor*, então tem-se um "*false tokened*". Assim, em ambas as relações, de cooperação e não-cooperação, os sinais transmitidos seriam dotados de conteúdo e de estado representacional (Stegmann, 2009)[67].

Outra possibilidade mencionada por Stegmann (Stegmann, 2009) seria que o mesmo sinal pode significar diferentes coisas para diferentes consumidores, embora os consumidores compartilhem as mesmas funções e as mesmas "condições iniciais". Por exemplo, os flashes do macho *p. macdermotti* têm dois tipos de consumidores, a saber, a fêmea co-específica *p. macdermotti* e a fêmea não co-específica *p. versicolor*. A função

[66] Estes seriam os dois pontos que Stegmann (Stegmann, 2009) parece discordar de Millikan (Millikan, 2004). Stegmmann (Stegmann, 2009), parece não acreditar que relações ecológicas interespecíficas harmoniosas de cooperação seriam as condições necessárias para que os sinais trocados entre os animais não-humanos tenham conteúdo representacional e parece apostar no papel exercido pelos dispositivos de consumo para que a sua função seja executada. Stegmann (Stegmann, 2009), parece também dar ênfase à noção de "Condições Normais", entendendo por este termo, a relação de correspondência entre o sinal e as circunstâncias no mundo durante o mapeamento que ocorreriam em uma taxa alta.

[67] Para Stegmann (Stegmann, 2009), a característica que classificaria estes sinais como formadores de conteúdo representacional não seriam as suas propriedades físicas, os seus efeitos ou o seu conteúdo. A característica mais importante seria a sua função biológica: esta característica determinaria que todos os flashes que teriam a função de atrair o macho *p. macdermotti* seriam flashes da fêmea *p. macdermotti*. A segunda característica seriam as suas propriedades causais: esta característica determina que todos os flashes com certas propriedades que seriam causalmente relevantes para ativar certa função no dispositivo de consumo do macho *p. macdermotti* seriam flashes da fêmea *p. macdermotti*.

da resposta comportamental dos consumidores seria a mesma, isto é, atrair o macho *p. macdermotti* sinalizando. A "condição normal" para ativar esta função também seria a mesma, isto é, a fonte do flash seria um macho *p. macdermotti* disposto a acasalar, pois somente assim as respostas dos consumidores atraem o parceiro de acasalamento ou presa. Desse modo, o significado do flash emitido pelo macho *p. macdermotti* seria o mesmo para ambos os consumidores.

Templeton e colegas (Templeton et al., 2013) mencionam o caso da fêmea *Pheugopedius- felix* que produziria sons numa alta taxa para a invasão de seu território ou para sinalizar a tendência de acasalar. As sequências de sons poderiam significar agressão, motivada por invasão territorial de um rival do mesmo sexo (fêmea *p. felix*) ou poderiam significar uma resposta apropriada para o acasalamento com o seu parceiro. Para Templeton e outros (Templeton et al., 2013), a fêmea *p. felix*, para as fêmeas rivais, teria usando um repertório de sons de modo a sobrepor os sons emitidos pela fêmea intrusa e uma ação comportamental de abordagem se aproximando da fêmea intrusa, enquanto para a disponibilidade de acasalar com o macho companheiro, a fêmea *p. felix* teria usado os seus repertórios vocais para criar canções com o par co-especifico. Quando foi simulada uma invasão territorial, mediante a emissão de sons da fêmea intrusa e, ao mesmo tempo, foi simulado a emissão de um repertório de sons pelo macho co-específico, a fêmea *p. felix* teria "escolhido" responder ao macho co-específico[68].

Neste caso, a fêmea *p. felix* ativaria duas funções especificas, por um lado, a sobreposição de sons e a aproximação física contra a fêmea rival e, por outro lado, a geração de uma canção comum com o macho parceiro. Apesar de variar as condições, a emissão de diferentes sons por diferentes dispositivos de produção (o som emitido pela fêmea intrusa e o som emitido pelo macho co-especifico), os sinais emitidos teriam significado dado pelo sistema de consumo da fêmea *p. felix* que ativaria uma função para cada caso. A conclusão da pesquisa de que a fêmea "*happy wren*" (*Pheugopedius-felix*) "escolheria" responder, se para a fêmea rival intrusa ou se para o macho companheiro disponível para o acasalamento, corroboraria a hipótese que seria o dispositivo de consumo que atribuiria sentido ao sinal. As múltiplas funções e a diversidade de

[68] Em relação ao debate sobre a sinalização animal e as relações ecológicas (Millikan, 2004; Stegmann, 2009), para Templeton e outros (Templeton et al., 2013), a tendência da fêmea *Happy wren* de "escolher" sinalizar ao macho co-específico antes de sinalizar para a fêmea rival, implicaria numa opção pela cooperação do que pelo confronto.

condições não levariam a uma indeterminação do conteúdo ou a perda do conteúdo representacional. O conteúdo seria especificado pelo dispositivo receptor de quem consome o sinal (Stegmann, 2009).

Divergentemente, voltando ao caso dos vaga-lumes (Lewis & Cratsley, 2008), Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) sustentam que a transmissão de informação que ocorre, seria uma exploração do significado natural e não seria um exemplo de "*false tokening*", portanto, não atingiria o nível da linguagem com significado. Contudo, na teoria de Stegmann (Stegmann, 2009), o sinal do predador (a) (*Photuris-versicolor*) não indicaria a presença de um companheiro (a) disposto a acasalar (*Photinus-macdermotti*), mas apenas falsamente indicaria isto. O que então ocorre seria um rompimento da conexão do significado natural com o meio, como ocorreria na linguagem com significado (Grice, 1957), pois o que o sinal indica não estaria presente.

Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) parecem não estar convencidos disso, pois se o sinal do predador não indicaria (verdadeiramente) a presença do companheiro disposto a acasalar, então o vínculo do sinal com o meio ainda poderia ser preservado. Neste exemplo, o significado natural poderia ter um conteúdo que ele denomina de "disjuntivo" indicando ou a presença do predador ou a presença do companheiro disposto a acasalar. Isto mostraria que os predadores exploram um código disposto no ambiente no nível do significado natural indicando, verdadeiramente, ou a presença do companheiro disposto a acasalar ou a presença do predador. Segundo Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013), talvez, o macho *p. macdermotti* não seria capaz de, em todos os casos, distinguir entre o sinal emitido pela fêmea *p. macdermotti* do sinal emitido pela fêmea *p. versicolor*. Se a estratégia do predador se mostra efetiva (Lewis E Cratsley, 2008), então parece que o vínculo do significado natural com o meio parece não ter sido perdido (Adams & Beiglhey, 2013), apesar das diferenças de pulsos entre *Photinus* e *Photuris* não serem perceptíveis pela presa (Lewis E Cratsley, 2008). Se o vínculo entre o significado natural e o meio permanece, então estes sinais não seriam "*false tokening*", uma característica necessária, porém não suficiente para ascender ao nível do significado linguístico.

Este seria um caso evolucionário de exploração do significado natural (Krebs & Dawkins, 1984). A fêmea *p. versicolor*, enquanto espécie, teria adquirido esta função, por mutação, e evoluído praticando a imitação do sinal de acasalamento de outra espécie de

vaga-lume, a saber, *p. macdermotti* (Lewis & Cratsley, 2008). Se não houver aprendizado durante o tempo de vida do organismo, então, provavelmente, não haverá produção independente do estimulo contextual e consequente controle voluntário (Guzeldere et al., 2002). A fêmea *p. versicolor* somente sinaliza de um modo para os machos de uma espécie específica (*p. macdermotti*), mas se esse tipo de comportamento fosse "*false tokening*" e se estivesse sob controle voluntário, então os predadores também poderiam aprender a ir atrás das fêmeas *p. macdermotti* (Adams & Beiglhey, 2013).

A explicação de Guzeldere e colegas (Guzeldere et al., 2002), primeiro, considera os casos de seleção de falsa sinalização ou de falso comportamento na perspectiva da espécie e não da vida do indivíduo. Como Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013), Guzeldere e colegas (Guzeldere et al., 2002), pensam que, na perspectiva da espécie, o comportamento deveria ser tomado como dependente do estímulo (*hard-wired*), ocorrendo automaticamente e inflexivelmente com a presença do predador ou das condições ambientais especificas. Mas se ocorrer o aprendizado comportamental na falsa sinalização, no tempo de vida do organismo, então ressalta que a falsa sinalização não seria intencionalmente planejada ou concebida (Guzeldere et al., 2002). Mesmo que seja adquirido por aprendizado e não dependente do estímulo, a falsa sinalização parece não pressupor planejamento intencional. O planejamento intencional permitiria ao organismo saber por que e como ele se empenha em uma determinada tarefa. O planejamento intencional demandaria, por parte do organismo portador, a elaboração de uma teoria da mente, a habilidade de entender que outros organismos têm crenças e desejos (Guzeldere et al., 2002).

Mesmo que Guzeldere e colegas (Guzeldere et al., 2002) e Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) pensam haver diferenças entre a comunicação de animais não-humanos e a linguagem com significado, eles parecem concordar que os sistemas de comunicação estariam relacionados. O que motivaria uma grande parte das investigações a este respeito seria entender como a comunicação que ocorre entre os indivíduos de algumas espécies de animais não-humanos estaria vinculada com a linguagem tipicamente humana. Uma das implicações do debate comunicação animal e linguagem humana seria saber se na comunicação entre os organismos não-humanos, para manifestar os seus estados internos (que podem ser sobre a organização interna e terem conteúdo emocional ou podem ser sobre as características e as peculiaridades acerca do nicho ecológico aos quais estão inseridos), haveria a necessidade de pressupor que os dados e

as informações externos e internos, em algum momento, podem se tornar conscientes. Parece que as pesquisas ou apontam para que a consciência e a linguagem humana estejam correlacionadas ao substrato neural de muitas outras espécies (Zuberbuhler et al., 1999; Tomasello et al., 2003) ou apontam para a existência de importantes diferenças entre o tipo de consciência e linguagem humanas e o tipo de consciência e linguagem compartilhada por outras espécies (Edelman, 1992; Hauser et al., 2002; Edelman & Seth, 2009; Bolhuis et al., 2014; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019; Birch etal., 2020).

Adams e Beighley (Adams & Beighley, 2013) argumentam que, na transmissão de informação na sinalização entre os animais não-humanos, não haveria controle voluntário e linguagem com significado. Para Guzeldere e outros (Guzeldere et al., 2002), não haveria uma teoria da mente e intencionalidade envolvidas na comunicação entre os animais não-humanos, de tal modo que, a transmissão de informação, provavelmente, teria a função de indicação. A comunicação animal não-humana não teria uma teoria da mente envolvida (e, portanto a consciência), não teria controle voluntário, seria não-intencional[69] e, portanto, não teria significado. A sinalização animal teria envolvido a sensibilidade para as respostas cerebrais involuntárias, as suas vocalizações teriam impacto sobre o "sistema afetivo" que controla o comportamento e teria como correlatos neurais o tronco cerebral e o sistema límbico (Owren et al., 2010). Para os sistemas subcorticais operarem e terem sucesso na execução do "sistema afetivo" do ouvinte, haveria a necessidade de estabelecer os canais de comunicação por onde os sinais viajariam e também haveria a necessidade de regularidades[70] que seriam exploradas por propriedades físicas das vocalizações e as propriedades neurais dos ouvintes, cruciais para os sinais naturais de indicação (Owren et al., 2010). Na comunicação entre os animais não-humanos, haveria a transmissão de informação como indicação e seriam necessárias correlações de regularidades que tornariam possíveis estas interações afetivas.

[69] A intencionalidade seria um bom indicador da existência de um processo mental. Ela estaria relacionada com a noção de que a consciência tem sempre um objeto, seria ter sempre a consciência de alguma coisa (Searle, 1984).

[70] Estas regularidades se refeririam aos canais de comunicação estabelecidos entre o meio ambiente e os sinais animais e entre estes sinais e o "sistema afetivo" do receptor. A relação entre um sinal específico e um "sistema afetivo" específico, por exemplo, a relação entre um sinal de chamado de uma ave e a recepção do sinal pelo "sistema afetivo" do ouvinte, podendo ser as aves do bando, seria sempre a mesma. As regularidades existiriam mesmo na comunicação entre os animais não-humanos, pois haveria canais de informação. As regularidades seriam como um meio por onde as informações viajariam (Owren etal., 2010).

Por fim, vale lembrar que, na seção 3, é quando são consideradas os modelos predominantes na literatura acerca da evolução da linguagem. Nas seções 3 e 4, transcorre o debate entre as propostas emergentistas e essencialistas, divididas em generativos e adaptacionistas, sobre a emergência filogenética, a evolução histórica e sobre as estruturas da linguagem que contam como relevantes e distintas.

Seção 3

Panorama Teórico-Conceitual para a Evolução da Linguagem: as hipóteses filosóficas e linguísticas

No que tange à terceira seção do capítulo 2, o objetivo é apresentar as abordagens e alguns pontos do intenso debate ainda em curso entre os emergentistas e os essencialistas generativos e adaptacionistas acerca da evolução, função, aquisição e as estruturas da linguagem. Nesse cenário amplo, as posições se diferenciam em quase todas as questões relevantes ao debate sobre a natureza e a origem da linguagem, por exemplo, a questão da aquisição da linguagem pode ilustrar como esse mapeamento é distribuído, pois os emergentistas argumentam que o problema da aquisição passa por um sistema predominantemente convencional e culturalmente transmitido para a comunicação linguística, não obstante, os essencialistas, que se dividem em dois tipos chamados de generativos e adaptacionistas, compartilham uma tese distinta dos emergentistas acerca da aquisição da linguagem, isto é, que o que importa é um dispositivo generativo internalizado que caracteriza um conjunto infinito de expressões (Scholz et al., 2022).

3.1. Emergentismo

Em uma perspectiva geral, os emergentistas visam explicar a capacidade para a linguagem em termos de capacidades humanas não linguísticas como o pensar, o comunicar e o interagir social. Ainda discorrendo sobre esta perspectiva de modo geral, a linguagem é entendida como um produto dos contextos social e cultural, pois as suas

estruturas (sintaxe, léxico, semântica e outras) e os seus componentes (fonologia, pragmática, prosódia e outros) são influenciadas pelo contexto social como ocorre entre as variações linguísticas e os grupos e as classes sociais (Sapir, 1968). Desse modo, o interesse em variações linguísticas (inovação) e nas características do grupo (status) é um elemento fundamental pertencente as abordagens emergentistas da linguagem (Eckert, 1989).

Alguns emergentistas atuais, como o psicólogo Michael Tomasello (Tomasello, 2003), enfatizam o papel da "Teoria da Mente' e a capacidade de usar os símbolos para mudar os estados mentais como os traços de pré-adaptações exclusivamente humanas para a aquisição, o uso e a invenção da linguagem. Em "*Ultra-Social Animal*", Tomasello (Tomasello, 2014) apresentou uma perspectiva evolucionária das características da sociabilidade humana como o comportamento pró-social, a cooperação, a conformidade e a mentalidade do grupo sobre o cumprimento e a aplicação das normas morais. Em "*Origins of Human Communication*", Tomasello (Tomasello, 2010) argumentou que o sistema de comunicação humano dependeu da integração social, através da cooperação, pois a linguagem é uma forma de manifestação de cognição social exclusivamente humana em seus modos de manifestação (Tomasello, 2010)[71].

O compartilhamento das intenções entre os indivíduos co-específicos permite inferir uma necessidade comum, o organismo é motivado a agir cooperativamente para cumprir a necessidade, coordenando os papéis dentro do grupo e as perspectivas dos indivíduos sob o objetivo comum de atender a necessidade do grupo se, e somente se, outro organismo cumprir o seu compromisso com esse objetivo (Tomasello, 2014). Por consequência, se compartilhar os recursos de forma justa, então, este cenário pode ser definido como o esquema geral de compartilhamento de atenção e de intenção. Para tanto, é preciso ter habilidades cognitivo-sociais, entendidas como uma estrutura dupla de comunidade e de individualidade como uma integração cognitiva das habilidades nas tarefas de "leitura da mente", na ação instrumental e nas "simulações de pensamento" ou nas previsões implicando que os indivíduos usam uma representação interna do estado de coisas e de simulações de ações e dos resultados das ações (Tomasello, 2014).

[71] Para Tomasello, (Tomasello, 2010, p. 2), apontar, no sentido de ostentar e exibir, e a mímica foram os pontos de transição críticos na evolução da comunicação humana, já incorporando a maioria das formas exclusivamente humanas de cognição social e motivação necessárias para a posterior criação de linguagens convencionais.

Além das habilidades cognitivo-sociais, Tomasello e colegas (Pika et al, 2005) enfatizam o papel da linguagem gestual, a partir de estudos com primatas não-humanos, como um potencial desenvolvedor da linguagem em humanos, pois esta abordagem permitiria investigar os primórdios da evolução da linguagem não-humana. Em outras palavras, por confrontar a linguagem gestual e a linguagem vocal/verbal, é possível acessar o repertório da comunicação gestual altamente flexível e a interação entre os membros do grupo social co-específicos que serviriam como uma espécie de sobrepujamento da segmentação entre a comunicação animal e a linguagem. Nesta perspectiva evolutiva, isso é importante, pois os indivíduos precisam deixar claro ou explícito, pelo contato visual e pela mímica gestual, que eles pretendem coordenar as suas ações de modo integrado e sob a perspectiva de um objetivo comum (Pika et al, 2005).

Além de defender a hipótese do uso de intenções e de atenções compartilhadas pelo grupo, Tomasello (Tomasello, 2010) aponta um quadro geral evolutivo de dois passos para descrever a emergência da linguagem em animais humanos: 1) em um primeiro ponto no tempo, após o surgimento do gênero *Homo*, há cerca de dois milhões de anos, (por exemplo, o *Homo Heidelbergensis* ou outro candidato próximo) tal ancestral humano tornou-se um forrageador e um necrófago (*scavengers*) sob as pressões ecológicas, resultado da desertificação, que levou à escassez dos recursos. Logo, tais ancestrais humanos capazes de evitar os "exploradores" e que são adeptos a dividir os recursos com os membros do grupo co-específicos, teriam uma vantagem adaptativa sobre os não-cooperadores. A elevada dependência do esforço conjunto para obter o alimento e a função do mecanismo da "seleção social" de parceiros são levados em consideração para uma evolução em direção às melhores habilidades na coordenação dos papéis e das perspectivas individuais sob um quadro de atenção comum (por exemplo, para a caça) e sob um objetivo comum de sobrevivência, dando origem a uma intenção interpessoal conjunta; 2) num segundo momento, há cerca de 200.000 anos atrás, sob o efeito de novas pressões ecológicas geradas por mudanças no nicho ecológico[72], presumivelmente impostas pela competição dentro dos grupos, formados por muitos indivíduos exploradores, geraram um efeito, na qual, tais grupos de exploradores foram

[72] Aqui, a referência é ao conceito de "Nicho Constritivo" elaborado por Richard Lewontin: é o processo pelo qual os organismos alteram os estados ambientais, modificando assim as condições que eles e outros organismos experimentam e as fontes de seleção natural em seus ambientes. Os organismos se adaptam aos seus ambientes por meio da seleção natural. No entanto, eles também modificam a seleção natural por meio da construção de nicho. Desta forma, eles influenciam a evolução (Chiu & Laland, 2020).

colocados em desvantagem de sobrevivência na competição por recursos com os grupos formados por indivíduos colaborativos que trabalhavam para uma defesa territorial comum (Tomasello, 2010).

Consequentemente, estes indivíduos passaram a verem a si mesmos como membros de um grupo social particular com uma identidade particular (Tomasello, 2010). Portanto, por este caminho filogenético, as habilidades cognitivas e sociais únicas dos humanos, na intencionalidade conjunta e coletiva, desenvolvem-se durante a vida do indivíduo, desde a discriminação perceptiva até as convenções comunicativas e normativas que constituiriam o ambiente sociocultural, formando *loops* de *feedback* que enriquecem e que aprofundam o terreno cultural e as habilidades anteriores do indivíduo (Tomasello, 2010).

Por fim, vale frisar que alguns primatologistas como Cheney e Seyfarth (Cheney & Seyfarth, 2003) e Tomasello (Tomasello, 2010), que integram a categoria de pesquisadores emergentistas em evolução da linguagem, compartilham o interesse em investigar as características comunicativas, anatômicas e cognitivas de animais não-humanos para identificar as diferenças biológicas entre os humanos, os macacos e os primatas. Cheney e Seyfarth (Cheney & Seyfarth, 2005) enfatizam que os primatas não-humanos (por exemplo, as espécies *Vevet Monkey* ou *Cercopithecus aethiops*) têm um pequeno repertório específico de estímulos dependentes do contexto. Apesar que as produções vocais não serem "totalmente involuntárias", isso gera um contraste com a sua capacidade de aprender os novos pares de significado e som, isto é, a capacidade quase ilimitada de aprender novos pares som-significado (Cheney & Seyferth, 2005). Eles também enfatizam que as vocalizações em macacos e em símios são usadas para comunicar as informações sobre o vocalizador para influenciar o comportamento de outro indivíduo, mas não a sua atenção ou o seu conhecimento para fornecer as informações destinadas a corrigir ou confirmar as crenças falsas em outros indivíduos ou instruí-los sobre o uso correto de resposta aos chamados. Embora reconheçam haver o fenômeno do "efeito audiência", isso não significa que o controle vocal implique em deliberação, nem que o referencial funcional, enquanto indicação, implique significado do tipo linguístico (Cheney & Seyferth, 2005).

Portanto, em síntese, os autores (Cheney & Seyferth, 2005) argumentam que, se comparar os sistemas de comunicação avançados usados por primatas com a linguagem

humana, os primeiros perdem três características fundamentais: 1) uma capacidade rudimentar de atribuir estados mentais diferentes dos seus aos outros indivíduos; 2) a capacidade de gerar novas palavras; 3) a sintaxe e o léxico. Contudo, os emergentistas defendem a necessidade das pesquisas em comunicação animal, pois estas revelariam as características pertinentes à uma proto-linguagem ou pré-linguagem como pré-adaptações da linguagem usada por animais humanos, por conseguinte, afirmam que: 1) as vocalizações animais teriam propriedades representacionais (Cheney & Seyfarth, 2005); 2) as condições sociais e cognitivas necessárias para uma proto-linguagem estariam presentes, a saber, eles teriam as relações intersociais complexas de cooperação, exploração, status/hierarquia dentro dos grupos que criaram as pressões seletivas para a emergência das habilidades conceituais-abstratas complexas (Tomasello, 2010); 3) as representações das relações sociais do grupo seriam hierarquicamente estruturadas (Tomasello, 2014); 4) certas espécies (por exemplo, em espécies de primatas como os babuínos ou *genus Papio*) teriam sistemas social e de conhecimento governado por regras abertas (Cheney & Seyfarth, 2005); 5) o seu conhecimento seria proposicional, mas não expresso linguisticamente (Cheney & Seyfarth, 2005).

3.2. Essencialismo Generativo

Em linhas grais, o pesquisador com inclinações essencialistas procura a identificar as propriedades intrínsecas da linguagem que a tornam única e distinta dos outros sistemas de comunicação. Para a maioria dos integrantes dessa abordagem (a maioria deles assumem os princípios da tradição gramática generativa, sobretudo, na perspectiva associada às pesquisas seminais de Noam Chomsky sobre a estrutura da linguagem), isso implica postular as propriedades inatas universais que constituem a estrutura da linguagem humana (Chomsky, 1978). Esses componentes seriam não aprendidos e acessíveis a todos os humanos, independente das características ambientais, culturais e sociais específicas que permitem as crianças adquirirem as diversas línguas humanas (Chomsky, 1978). Esse essencialismo de tipo generativo tem uma preferência por encontrar características estruturais das línguas que não podem ser inferidas a partir do uso e não são previsíveis a partir da cognição humana ou dos requisitos de comunicação

(Chomsky, 1978)[73]. Além disso, outra característica dessa abordagem é que a semântica, a fonética e outras interfaces não são uma parte central do estudo da linguagem. Na visão de Chomsky (Chomsky, 1995), os aspectos essenciais da linguagem natural são apenas a sintaxe e a pragmática. Em outras palavras, os cálculos internos-computacionais e os sistemas cognitivos de desempenho que os acessam (aquilo que é referido como "sistema cognitivo-computacional", um constituinte elementar da hipótese de trabalho) recebem mais ênfase que as teorias semânticas que são uma interface da sintaxe (Chomsky, 1995).

Apesar do suporte dado aos sistemas cognitivo-computacionais e a estrutura sintática da linguagem humana, Chomsky e colegas (Hauser et al., 2002) divergem em algum ponto: para Chomsky e colegas (Berwick et al., 2013), o que importa é a evolução filogenética característica do sistema de comunicação humano em termos de sistema cognitivo-computacional (*merge*) e o comportamento que ajuda a explicar o desenvolvimento, a aquisição e o uso da linguagem, mas Fitch e Reby (Ficth & Reby, 2001) e Hauser e Fitch (Hauser & Fitch, 2003) não chegam a negar a importância das pesquisas em sistemas de comunicação não-humanos, apesar de reconhecerem haver uma lacuna evolutiva (Bolhuis et al, 2014; Berwick & Chomsky, 2016).

Apesar das pequenas diferenças, os essencialistas-generativos estão comprometidos com uma hipótese comum. De acordo com a dita "Tese Minimalista Forte" (SMT) ou também designada de "Faculdade da Linguagem em Sentido Estrito" (*Faculty of Language in the Narrow Sense* -FLN), defendida por Chomsky e colegas (Bolhuis et al, 2014), a principal característica distintiva da linguagem em animais humanos é a estrutura sintática hierárquica. A hipótese é que a faculdade da linguagem provavelmente surgiu recentemente em termos evolutivos, cerca de 70.000 a 100.000 anos atrás (*Homo Sapiens*), e não sofreu modificações desde então, embora as línguas individuais mudem com o tempo, mas sempre operando dentro dessa estrutura básica. O recente surgimento da linguagem e a sua estabilidade são consistentes com o programa de pesquisa engendrado pela SMT. Segundo a SMT, o sistema cognitivo-computacional que tem em seu núcleo uma única operação cognitiva de processamento simbólico que recruta dois elementos sintáticos "a" e "b" e integra-os para formar um conjunto {a, b}

[73] Essencilistas-generativos, que seguem a linha de Chomsky (Chomsky, 1978), assumem que as crianças muito pequenas de quase qualquer nível de desempenho cognitivo, e praticamente qualquer influência social, adquirem a linguagem com o mesmo alto grau de domínio. A partir disso, infere-se que deve haver características não aprendidas compartilhadas por todas as línguas que de alguma forma auxiliam na aquisição da linguagem (Chomsky, 1978, p. 143).

de maneira recursiva. Por conseguinte, o programa de pesquisa da gramática gerativa procurou fornecer uma consideração explícita para as estruturas da linguagem – as regras para a transformação simbólica - que explicam o que foi chamado de "Propriedade Básica da linguagem": um sistema computacional finito que produz uma infinidade de expressões, na qual, cada uma das quais tem uma interpretação definida em sistemas semântico-pragmáticos e sensório-motores para a conjugação entre o pensamento e o som (Berwick & Chomsky, 2015). Assim, o princípio básico que fundamenta a estrutura sintática hierárquica da linguagem é consistente com uma emergência evolucionária relativamente recente (Hauser et al., 2002).

A SMT/FLN afirma que, a respeito da equiparação entre a faculdade de linguagem e os sistemas de comunicação avançados -uma característica que é compartilhada por todas as espécies animais e possivelmente também pelas plantas-, a linguagem não deve ser entendida de forma tão extensiva, mas como um sistema cognitivo-computacional (*merge*) específico, implementado neuralmente, só compartilhado pela espécie humana (Bolhuis et al, 2014). Um dos equívocos que teria levado a isso é pensar que a linguagem é co-extensiva com a fala (como desejam os externalistas não abordados aqui) e que a evolução da vocalização ou da aprendizagem auditivo-vocal pode, portanto, informar sobre a evolução da linguagem.

Talvez, a SMT/FLN argumenta que o erro de interpretação possa ser gerado a partir das evidências que a fala e a percepção da fala funcionem como possíveis interfaces externas para o sistema de linguagem. Embora as evidências estejam corretas acerca da relação entre o sistema linguístico e as suas interfaces externas, segundo a SMT/FLN, isso não infere que sejam a mesma coisa. Adicionalmente, mesmo que o domínio perceptivo da linguagem seja relevante para a evolução da linguagem (um caso que evidencia isso é que a linguagem se manifesta pelo toque em indivíduos surdos e cegos), a SMT/FLN insiste em "aspectos não-externalistas" da linguagem, a saber, em um mecanismo cognitivo-computacional que tem uma estrutura sintática hierárquica em seu núcleo, ressaltando o seu sentido estrito da linguagem (Berwick et al., 2013).

Especificamente, isso é uma crítica da SMT/FLN às teorias da "Faculdade da Linguagem em Sentido Amplo" (*Faculty of language in the Broad Sense*-FLB), principalmente, expressas pelos modelos externalistas e emergentistas. Neste caso, é o sistema computacional-linguístico colocado em marcha pelas funções cognitivas e que é

independente dos outros sistemas com os quais interage e faz interface. A FLN é um componente dentro do conjunto das abordagens externalistas e emergentistas, consideradas em sentido amplo (FLB), e os mecanismos subjacentes ao sistema cognitivo-computacional são um subconjunto dos mecanismos subjacentes aos sistemas da FLB, como os sistemas de interface externa da linguagem e as estruturas que compõem os sistemas de comunicação avançados presentes nas espécies não-humanas, como a percepção e o controle motor da fala, por exemplo (Hauser et al., 2002).

Nesta perspectiva, entende-se que o design de uma estrutura linguística envolvesse três componentes básicos: 1) regras sintáticas e representações simbólicas, que juntamente com os itens lexicais, constituiriam a base do sistema de linguagem; 2) uma interface sensório-motora externa, através das quais, as expressões mentais estão conectadas ao mundo e, por último; 3) uma interface conceitual-intencional interna que liga as estruturas mentais ao mundo. Dessa maneira, a SMT se compromete com uma abordagem via a FLN, isto é, com a capacidade recursiva do núcleo cognitivo-computacional da gramática que é o modo como uma sintaxe finita pode manipular os símbolos, de acordo com as regras de codificação/decodificação, para produzir um conjunto infinitos de símbolos que formam as palavras (Chomsky, 2000; Berwick et al., 2012). Essa mesclagem ("*merge*") recursiva, na linguagem humana, é o mecanismo computacional que constrói os novos objetos sintáticos 'Z' (por exemplo, "comeu as maçãs") a partir de objetos sintáticos já construídos 'X' ("comeu"), 'Y' ("as maçãs").

Ao nível cognitivo, para a SMT, o estudo da base neural da linguagem deve considerar aquelas partes do cérebro que representam as computações centrais que são consideradas universais, bem como aquelas que constituem os sistemas de interface que podem variar entre os indivíduos, já que essas interfaces dependem da memória de trabalho individual, do raciocínio e das habilidades de conceituação. O processamento computacional da sintaxe para sentenças complexas, a partir de sequencias de símbolos previamente definidas pelas regras gramaticais, conta com o uso do mecanismo da memória de trabalho (WM) e os seus subcomponentes que checam se um determinado número de sequencias simbólicas segue outro (Berwick et al., 2013).

Ao nível neural, as estruturas encefálicas do mecanismo da sintaxe correlacionam-se com as duas vias principais compatíveis com as pesquisas filogenéticas do cérebro de primatas não-humanos e humanos: 1) vias dorsais: uma via dorsal conecta a área de Broca

(BA 44) e a área de Wernicke por meio do córtex temporal superior esquerdo ($_{P}STC_{L}$) e outra via dorsal que conecta o $_{P}STCs_{L}$ ao córtex pré-motor (P-MC) que sofrem uma mudança filogenética considerável sendo fraca em primatas não-humanos, mas forte em humanos; 2) via ventral: uma via ventral que conecta a área de Brodmann 45 (BA 45) e o córtex frontal inferior ventral ($_{V}IFC$) ao córtex temporal (TC) e que também foram discutidas como relevantes para a linguagem em animais humanos (Bolhuis et al, 2014).

Por fim, outra peculiaridade da SMT sobre a origem da linguagem em sentido estrito (FLN) com base na análise evolutiva, na qual, apresentam-se evidências paleontológicas e arqueológicas em estudos comparativos, é a tese em favor da convergência e da exaptação a partir *constraints* estruturais, na qual, a função original da linguagem estava atrelada à navegação espacial, ao raciocínio numérico, à construção de ferramentas e aos esquemas de organização social (Hauser et al, 2002; Berwick et al., 2013; Bolhuis et al, 2014). Para a SMT, as questões sobre a evolução e a função são diferentes daquelas relacionadas ao mecanismo e à estrutura, no sentido que, a evolução (leia-se a seleção natural) não pode dar conta de explicar, por si só, os mecanismos subjacentes à linguagem em humanos.

Logo, a evolução de um traço particular pode ter ocorrido de maneiras diferentes, além da descendência comum, incluindo ou a convergência ou a exaptação. Se esta hipótese for assumida, então, a evolução por seleção natural não é um fator causal dos mecanismos cognitivos ou neurais sem considerar três pontos centrais: 1) a questão da distinção entre os traços compartilhados ou exclusivos concerne ao tópico que leva a concluir por uma descontinuidade, pois, embora os vaga-lumes disparem padrões de flashes, os pássaros emitem sinais de alarme específicos e os chimpanzés vocalizem, esses sistemas de comunicação diferem qualitativamente da linguagem humana, sendo que os sistemas de comunicação animal carecem da capacidade recursiva da sintaxe que garante o rico poder expressivo e aberto da linguagem humana; 2) a segunda questão gira em torno de investigar se a evolução da linguagem foi gradual ou saltatória que difere da anterior, porque a descontinuidade qualitativa (um novo dispositivo) entre as espécies pré/pós-existentes pode ter evoluído gradualmente, não implicando necessariamente descontinuidades durante a evolução humana e; 3) a questão da continuidade ou da exaptação que refere ao problema de inquerir se a linguagem humana evoluiu por extensão gradual de sistemas de comunicação preexistentes ou se os aspectos importantes

da linguagem foram excluídos de sua função adaptativa anterior, por exemplo, partindo da navegação espacial ou do raciocínio numérico para a linguagem (Hauser et al., 2002).

Assim, os três pontos acima são nevrálgicos no debate com o adaptacionismo neo-darwiniano. A SMT posiciona-se contra a abordagem gradualista de evolução lenta e incremental que se desdobra ao longo de eras, desse modo, a SMT adota uma perspectiva de evolução por mudanças rápidas operando sobre poucas gerações nas quais a convergência e as exaptações "solucionam" as dificuldades impostas por *constraints*, por exemplo, o caso dos tentilhões de Galápagos, a tolerância à lactose em humanos e outras mutações (Hauser et al., 2002). Adicionalmente, a SMT opera críticas a outro princípio caro ao darwinismo, a saber, o ancestral comum. A crítica ao ancestral comum se baseia em duas evidências. A primeira se baseia nas evidências etológicas em estudos filogenéticos comparativos entre os primatas não-humanos e humanos acerca do tamanho do encéfalo. Neste sentido, nem o tamanho absoluto do encéfalo e nem a sua morfologia externa, como visto nos *endocasts*, mostraram ser relevantes para a posse da linguagem em um hominídeo extinto, pois, houve um nivelamento (*flatlining*) inicial e algum aumento consistente dos encéfalos de hominídeos nos últimos 2 milhões de anos e observado em diferentes linhagens *homo*. Sendo assim, para a SMT, isso parece não explicar o elemento cultural e a invenção dos primeiros objetos simbólicos cerca de ~100 -> ~80 mil anos atrás (os símbolos gravados em seixos de pedras e placas de ossos de mamíferos) (Bolhuis et al, 2014). A segunda se baseia nas evidências paleontológicas de registros fósseis e arqueológicas de arte rupestre, pois o aparecimento das pinturas e artefatos simbólicos são como uma evidência de pensamento e de linguagem, por exemplo, as contas em conchas e as linhas perpendiculares gravadas em um osso (Mithen, 2000; Mithen, 2014).

No entanto, mesmo que se considere que a origem da linguagem não parece ser tomada por considerações sobre a evolução da comunicação (Bolhuis et al, 2014), este ponto de vista não exclui a possibilidade que as considerações em sistemas de comunicação em animais não-humanos possam desempenhar um papel na abordagem naturalista acerca da manutenção da linguagem. Neste sentido, concluem as investigações que se concentraram sobre as modificações morfológicas (o trato vocal) (Gamba, 2014), a evolução filogenética (Lieberman, 2016) e os resultados etológicos de métodos comparativos em neurociências sobre a cognição (Penisi & Falzone, 2014).

De modo suplementar, há áreas de pesquisa que fornecem base experimental à esta linha argumentativa. Primeiramente, a biologia molecular e o caso do gene FOXP2 (Vargha-khadem et al., 2005)[74]. Os pássaros canoros, tal como os animais humanos, aprendem as vocalizações através da imitação, levantando a questão de saber se existem semelhanças entre as diferentes versões do FOXP2 em espécies tão divergentes. Alguns estudos (Teramitsu et al., 2004; Haesler et al., 2004) indicam que existem diferenças: embora mamíferos e aves tenham se separado de uma linhagem comum há mais de 300 milhões de anos, a proteína FOXP2 no tentilhão-zebra difere da proteína FOXP2 em camundongos em apenas cinco posições de aminoácidos e da FOXP2 humana em oito posições; essas diferenças produzem um valor de mais de 98% de identidade da proteína, mesmo entre os pássaros canoros e os animais humanos (Haesler et al., 2004).

Além disso, o padrão geral de expressão de FOXP2 no cérebro do tentilhão-zebra é notavelmente semelhante ao padrão em cérebros de mamíferos, incluindo o cérebro de o feto humano (Teramitsu et al., 2004). Isso pode ser algo a favor da abordagem generativa, porque uma comparação das sequências de nucleotídeos e aminoácidos dos genes FOXP2 de humanos, outros primatas e outros mamíferos placentários mostra que FOXP2 está entre os 5% de proteínas mais conservados, indicando que tem um papel fundamental em mamíferos (Enard et al., 2002; Zhang et al., 2002). Além do mais, diferentes populações humanas não apresentam essencialmente variações na sequência de aminoácidos, indicando que a presente sequência FOXP2 é fixada em humanos modernos (Enard et al., 2002; Zhang et al., 2002).

Para o essencialismo generativo, as evidências genéticas são coerentes com as evidências paleontológicas de cerca de 100 mil anos atrás (Mithen, 2014) que contribuem

[74] Para Chomsky e colegas (Berwick et al., 2012), há paralelos estreitos entre o aprendizado em aves canoras, que compõem o seu canto a cada estação, e a aquisição da fala em humanos. Os autores argumentam que, tanto em pássaros canoros juvenis quanto em bebês humanos, os indivíduos imitam as vocalizações de adultos durante um período sensível no início da vida e passam por um estágio de "balbuciar" antes de atingirem a forma adulta (Bolhuis et al., 2010). Além disso, em ambos os casos, o gene FOXP2 está envolvido na vocalização e os pássaros canoros têm regiões cerebrais que são análogas (e talvez homólogas) às regiões corticais humanas envolvidas na fala e na linguagem (Bolhuis et al., 2010). Há uma dissociação no cérebro do pássaro canoro entre as regiões envolvidas principalmente na produção vocal e aquelas envolvidas na percepção auditiva e na memória, semelhante a uma dissociação funcional entre a área de Broca e a área de Wernicke no cérebro humano (Bolhuis et al., 2010). Num artigo posterior, a SMT reconhece que, o gene FOXP2, (mutações associadas à redução da substância cinzenta no núcleo caudado e no cerebelo) presente no *Homo Neanderthal* e relacionado à produção da fala (por exemplo, doença de dispraxia verbal), não pode ser considerado por si só o gene da produção da fala (Bolhuis et al, 2014). Isso abre margem para pensar que os proponentes da SMT pensam em mutações em larga escala. Sobre este tópico, mais detalhes são oferecidos na seção 5 deste capítulo.

para explicar o aparecimento ou a mudança histórica que propiciou a emergência da linguagem, mediante uma exaptação (Gould & Vrba, 1982) dentro da espécie *Sapiens*, com todos os indivíduos compartilhando uma faculdade de linguagem comum (Ficth & Reby, 2001).

3.3. Essencialismo Adaptacionista

Outros essencialistas generativos, como Pinker e Bloom (Pinker & Bloom, 1990) e Pinker e Jackendoff (Pinker & Jackendoff, 2005a), parecem propensos à visão que mesmo os aspectos mais elementares sobre a evolução filogenética de capacidades, sistemas e comportamentos em comunicação, exclusivamente animais, podem ser fortemente relevantes para o estudo da emergência filogenética, única em humanos, da capacidade (ou capacidades) de desenvolver, adquirir e usar a linguagem (Pinker, 2003). Este tópico, que divide os essencialistas generativos e os neo-darwinianos, reflete uma divisão entre as suas visões sobre o papel das explicações adaptativas na evolução, com importância à seleção natural, envolvendo algumas capacidades como a inteligência humana, aplicada ao *know-how* em um estilo de vida socialmente interdependente, e a abstração metafórica que permite cooptar habilidades, originalmente evoluídas para a resolução de problemas físicos e a coordenação social, para aplicá-las às tarefas abstratas e combiná-las de forma produtiva. Tais habilidades podem ajudar a explicar o surgimento da cognição que demanda de representações que são um pré-requisito para a evolução da linguagem como uma adaptação ao nicho ecológico (Pinker, 2003). Portanto, para a abordagem adaptacionista, a linguagem em humanos é uma adaptação biológica complexa que evoluiu por seleção natural para a comunicação em um estilo de vida socialmente interdependente que usa o conhecimento abstrato para as finalidades de sobrevivência (Pinker, 2003).

A hipótese neodarwiniana de Pinker (Pinker & Bloom, 1990; Pinker 2003; Pinker & Jackendoff 2005a; Pinker, 2005b; Pinker 2010) compartilha alguns pontos com a SMT/FLN de Chomsky (Hauser et al., 2002). Por um lado, os dois modelos de explicação para a evolução da linguagem estão de acordo que diz respeito à importância em distinguir entre as principais teses que caracterizam as diferenças no âmbito da FLB e da FLN sobre

a relação entre os sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e a linguagem em humanos considerando os componentes sensório-motores, os conceituais e os gramaticais. Adicionalmente, considera-se se as habilidades são ou compartilhadas ou únicas, se a evolução operou gradualmente ou de modo pontual e saltatória, se houve uma continuidade entre as estruturas e as funções da comunicação animal e a linguagem em humanos (por exemplo, em relação aos traços correspondentes como na produção da fala) ou se houveram mudanças, por meio de *constraints* e exaptações, das estruturas e das funções relacionadas à linguagem (Pinker & Jackendoff, 2005a). Além disso, partilham acordo sobre as pesquisas laboratoriais de possíveis análogos da linguagem em espécies não humanas (Fitch & Reby, 2001)[75].

Por outro lado, no que toca o debate quanto a evolução da linguagem, os desacordos nascem, primeiro, da argumentação em direção à baixa probabilidade da exaptação ou da convergência em relação às estruturas e às funções originais e a emergência de uma nova e distinta função em contraposição à evolução por seleção natural e a adaptação ao nicho cognitivo-ecológico[76]. Depois, há a crítica que a recursividade da sintaxe seria o único aspecto relevante que diferencia a linguagem humana dos sistemas de comunicação avançados. Por fim, há a crítica que a linguagem tenha evoluído para função outra que não a comunicação (como um *by-product*), por exemplo, como a partir de uma estrutura cuja a função original fosse o raciocínio matemático, a navegação enquanto um aprimoramento de estratégias de caça e as relações sociais de modo a organizar e a formar de redes de relacionamento mais complexas dentro de grupos sociais (Pinker & Jackendoff, 2005b).

---

[75] O tópico de pesquisa refere à tese da "exageração da laringe", uma importante estrutura (*peripherical constraint*) do trato vocal em mamíferos (incluindo *Homo Sapiens*) para produção de vocalizações articuladas, para entender a comunicação animal em termos adaptacionistas e/ou exaptacionistas acerca da relação entre as estruturas aproximadas e as funções resultantes em diferentes espécies (Ficth & Reby, 2001, P.2).

[76] Há diferenças conceituais entre os nichos ecológico e cognitivo, apesar de relacionados entre si. O conceito de nicho ecológico refere à um lugar comum onde os organismos evoluem através de relações intra-interespecíficas harmônicas e desarmônicas onde operam processos que geram novas variações (Levins & Lewontin, 1985, p. 68-78). O conceito de nicho cognitivo estabelece-se quando um organismo possui uma relação com outro, mediante a aplicação das funções cognitivas com vistas a adaptação. Essas inferências são executadas internamente em modelos mentais do mundo, governados por concepções intuitivas de física, biologia e psicologia, incluindo a psicologia dos animais. Isso faz com que os humanos inventem ferramentas, como extensão de si mesmos, e modificam o ambiente (Nicho Construtivo). Então, esses estratagemas cognitivos são concebidos em uma combinação infinita adequada à ecologia local. Eles surgem por design mental e são implantados, testados e ajustados por *feedback* durante a vida dos indivíduos ao longo de gerações pelo *feedback* lento de sobrevivência e reprodução diferencial em vez de surgir por mutação aleatória (Pinker, 2003; Pinker, 2010).

Pinker e Jackendoff (Pinker & Jackendoff, 2005b) desenvolvem uma crítica que a linguagem, embora distinta da comunicação, seria um mapeamento "perfeito" e "otimizado" entre o som e o significado, dado o que ela tem que unir. Para o programa SMT, a recursividade pode aproximar-se de um tipo de "solução otimizada" para o problema de ligar os sistemas sensório-motor e intencionais conceituais. Nesta visão, a linguagem pode ter evoluído pontualmente como o produto de uma macro-mutação ou os genes, que promovem a linguagem, podem ter se tornado fixos por deriva genética aleatória ou por "carona genética" (ou seja, os genes que estavam próximos de outros genes que são o verdadeiro alvo da seleção) ou ainda surgiu como um subproduto (*by-product*) de algum outro desenvolvimento evolutivo como um cérebro grande, talvez, por causa de restrições físicas sobre como os neurônios podem ser compactados no crânio (Piatelli-Palmirani, 1989; Maley & Piccinini, 2018).

Para os essencialistas de tipo neodarwinista (adaptacionistas), se a linguagem está ausente nos primatas não-humanos, por exemplo, nos chimpanzés e em outras linhagens de *homo* como quer a SMT, então a linguagem deve ter evoluído por uma única macro-mutação. Isso é visto como um argumento para uma "teoria macro-mutacional" por aqueles que acreditam que a linguagem humana é qualitativamente distinta das habilidades comunicativas dos chimpanzés e das outras linhagens *homo*. Contra este "argumento macro-mutacional", Pinker e Jackendoff (Pinker & Jackendoff, 2005b) utilizam, primeiro, um argumento mais fraco que a linguagem humana não pode ser qualitativamente distinto das habilidades comunicativas dos chimpanzés e outras linhagens homo, pois as macro-mutações são estatisticamente improváveis.

Um argumento mais decisivo considera a evolução por descendência de primatas não-humanos e humanos, pois, apesar dos chimpanzés e dos bonobos serem próximos dos hominídeos, isso não significaria que os hominídeos evoluíram diretamente deles (Pinker, 2003). Em vez disso, para os adaptacionistas, os humanos teriam evoluído de um "ancestral comum" extinto que viveu cerca de ~ 6 até ~ 8 milhões de anos atrás. Esse argumento parece tomar como base as evidências paleontológicas acerca das características das muitas outras espécies extintas na linhagem do ancestral comum aos humanos modernos, como as linhagens *Homo Australopitecos*, *Habilis*, *Ergaster*, *Neanderthalensis e Sapiens arcaico* e outros (Mithen, 1998; Mithen, 2003; Mithen, 2014). Desse modo, argumentam que a linguagem evoluiu gradualmente, após a divisão chimpanzé/humano até em torno de ~200 a ~300 mil anos atrás (Paleolítico Médio), na

qual, esta linhagem conduziu aos humanos modernos (Pinker & Jackendoff, 2005a). Assim, a linguagem poderia exibir um caso de autapomorfia[77], sendo um traço que evoluiu em uma linhagem, mas não nas linhagens paralelas (Pinker & Jackendoff, 2005b).

Adicionalmente, contra as teses exaptacionistas e saltatórias de Gould (Gould & Vrba, 1982), Piatelli-Palmarini (Piatelli-Palmarini, 1989) e Kaufmann (Gabora et al., 2013), chamadas de "teses não-selecionistas", os essencialistas adaptacionistas e neo-darwinistas destacam as características não-randômicas da organização da seleção natural (Pinker & Bloom, 1990; Pinker & Bloom, 2013). Acerca disso, os essencialistas neo-darwinistas (Pinker & Jackendoff, 2005; Pinker 2010) argumentam que, de acordo com as teses exaptacionistas (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al, 2014), a linguagem não possui benefícios reprodutivos, uma vez que a recursividade da sintaxe é mais complicada que precisa ser para atender às necessidades comunicativas de um estilo de vida de caçador-coletor. A crítica adaptacionista (Pinker & Jackendoff, 2005; Pinker, 2010) ocorre sobre a interpretação de que a linguagem não teria evoluído para propósitos comunicativos, pois teria evoluído a partir de estruturas que possuiriam outras funções, como a matemática aritmética e a navegação espacial.

Para o essencialismo generativo, a faculdade da linguagem tem sido frequentemente equiparada à comunicação como uma característica que é partilhada por todas as espécies animais e possivelmente também pelas plantas (Cheney & Seyfarth, 2003; Cäsar et al. 2012). Não obstante, o essencialismo generativo vê a linguagem como um sistema cognitivo-computacional particular, implementado neuralmente, que não pode ser equiparado à noção externalista expansiva de linguagem como comunicação (Hauser et al., 2002). Chomsky e colegas (Bolhuis et al., 2014) dizem que a linguagem externalizada pode ser usada para comunicação, mas essa função específica é amplamente irrelevante neste contexto. Assim, a origem da faculdade da linguagem geralmente não parece ser informada por considerações sobre a evolução da comunicação.

Chomsky e colegas (Bolhuis et al., 2014) reduzem o papel da seleção natural e da comunicação quanto às questões sobre a função, afirmando que a função e o mecanismo

[77] Em filogenética de primatas, o termo significa um tipo de apomorfia, isto é, as características que derivam de uma espécie ancestral que sejam distintivas. Esta característica deve ser conhecida como a característica derivada que é única para um determinado táxon. Tal característica é encontrada apenas em um táxon, mas não é encontrado em nenhum outro táxon ou grupo externo, nem mesmo naqueles mais intimamente relacionados ao táxon focal. De modo geral, este traço pode ser uma espécie, família ou em geral qualquer clado, os ramos da árvore filogenética (Reece et al., 2015, p. 746-7).

são duas coisas diferentes, de modo que, as propriedades da função são fundamentalmente diferentes daquelas relacionadas com o mecanismo. Assim, a evolução por seleção natural, por si só, nunca pode explicar os mecanismos ou estruturas. Por exemplo, a evolução de uma característica específica pode ter ocorrido de diferentes maneiras, tais como através de descendência comum, convergência ou exaptação, e não é fácil estabelecer qual destas possibilidades (ou combinação delas) é relevante (Gould & Vrba, 1982; Gabora et.al., 2013). Mais importante ainda, a evolução por seleção natural não é um fator causal de mecanismos cognitivos ou neurais, mas sim um fator causal do processo histórico de mudança evolutiva (Bolhuis et al., 2014). Desse modo, a comunicação não pode ser equiparada à linguagem, portanto, a sua evolução não pode informar os mecanismos da sintaxe da linguagem (Bolhuis et al., 2014).

Esse é um ponto nevrálgico de disputa entre os essencialistas generativos e os adaptacionsitas e que gerou uma série de desconfianças por parte dos últimos. Como os essencialistas generativos (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al, 2014) argumentam que a linguagem evoluiu a partir de estruturas que serviam às outras funções, por exemplo, a navegação espacial e o cálculo aritmético, os essencialistas neo-darwinistas (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2005; Pinker 2010) afirmam que, em vista disso, a linguagem não teria a função própria voltada à comunicação e que, portanto, tal habilidade não desempenharia diferença na vida diária social e ecológica do hominídeo caçador-coletor (Pinker, 2010). Ademais, os adaptacionistas continuam ao argumentar que a diferença benéfica vale se isso significasse comunicar com maior riqueza de detalhes as estratégias de caça ou os locais mais prováveis habitados por animais ou ainda dos perigos ou ainda acerca dos planos e das intenções (Pinker & Bloom, 1990).

Para o essencialismo neo-darwinista, mesmo que pudesse ter havido um redirecionamento estrutural e funcional do cálculo e da navegação espacial para a linguagem, mesmo assim, isso implica que a função inicial da linguagem não era a comunicação (Pinker, 2010). Contrariamente, o essencialismo generativo poderia replicar dizendo que a linguagem não estaria isenta de função e, logo, de relevância adaptativa, pois ela poderia ter exaptado a partir de outras funções como raciocínio aritmético e espacial, a construção de "esquemas sociais" e a construção de ferramentas (Hauser et al., 2002). O certo é que o essencialismo generativo, se afasta do argumento selecionista que começa com a suposição, assentida pelo essencialismo neo-darwinista e pelo emergentismo que a linguagem altamente complexa desempenha a função de

comunicação com eficácia admirável aprimorada a partir de sistemas avançados de comunicação presentes em animais não-humanos (Pinker & Bloom, 1990; Pinker, 2003).

Por outro lado, os essencialistas neo-darwinianos reconhecem o papel do *know-how*, da comunicação e da cooperação. Assim como ocorre na construção de nichos ecológicos pelas diferentes espécies, as particularidades de um nicho cognitivo são construídas de forma semelhante, no sentido de que os incrementos iniciais na cooperação, comunicação ou conhecimento prático alteraram o ambiente social e, portanto, as pressões de seleção, para os hominídeos ancestrais. Isso trouxe vantagens aos hominídeos ancestrais continuamente até o sapiens. Não parece ser coincidência que as capacidades psicológicas subjacentes ao conhecimento tecnológico, à comunicação aberta e à cooperação entre os não-parentes sejam todas hiperdesenvolvidas na mesma espécie, sendo que, cada um dos três fatores, aumenta o valor dos outros dois (Pinker, 2010). Com base nisso, fica praticamente difícil de não conciliar comunicação e linguagem e continuidade (gradualismo) e seleção natural, motivando as críticas dos essencialistas adaptacionistas aos generativos.

Outrossim, em relação ao argumento condicional contra a evolução gradativa, na qual, se argumenta que a linguagem só seria útil se a evolução teria "entregue" um sistema de comunicação pronto (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al, 2014), Pinker e Bloom (Pinker & Bloom, 2013) argumentam que não precisa haver uma sincronia entre a produção e a compreensão dos sinais e das mensagens. Para os adaptacionistas (Pinker & Bloom, 2013) no caso da linguagem, teria sido possível decodificar as partes de um enunciado em uma mensagem sem domínio completo de uma sintaxe fazendo as distinções que poderiam ser decodificadas pelos ouvintes mediante o recurso cognitivo, por exemplo, a percepção, a memória de trabalho e a tomada de decisão (Pinker & Bloom, 1990). Isso teria favorecido o desenvolvimento de uma pressão evolutiva sobre os mecanismos neurais que tornariam esse processo de decodificação cada vez mais automático e aprendido sem esforço (Pinker & Bloom, 1990)[78].

Isto posto, segundo a abordagem essencialista neo-darwinista, a linguagem humana é uma adaptação biológica complexa que evoluiu por seleção natural para a

[78] Neste ponto, os essencialistas neo-darwinianos argumentam recorrendo à um processo que as respostas induzidas pelo ambiente criam pressões ecológicas sobre a seleção natural para que tais respostas se tornem inatas, desencadeando a evolução darwiniana convencional que simula uma sequência lamarckiana designada como "Efeito Baldwin" (Pinker & Bloom, 1990).

comunicação em um estilo de vida socialmente interdependente que usa o conhecimento (*know-how*) para a vantagem em termos da sobrevivência do grupo social (Pinker, 2003). Tais afirmações sobre o status evolutivo da linguagem e as suas previsões decorrentes baseiam-se na perspectiva darwiniana sobre as habilidades cognitivo-psicológicas humanas (Pinker, 2010). Por meio disso, a linguagem possui a capacidade de transmitir um número ilimitado de representações entre os organismos por meio de um fluxo estruturado de sons de acordo com as regras de codificação/decodificação, cujos os aspectos mais notáveis são a sintaxe e o léxico (Pinker, 2010). Não obstante, apesar de reconhecer que a recursividade é única em humanos, os essencialistas neo-darwinianos ampliam os horizontes incluindo outras interfaces da linguagem (as representações metafóricas) e as outras partes da mente (a percepção, o conhecimento conceitual e uma teoria da mente) argumentando que isso possibilitou a aplicação do significado das palavras e das suas relações para interpretar o contexto social e favorecendo a emergência da cognição mediante as pressões ecológicas (Cosmides & Tooby, 1997 ; Pinker, 2010).

Em síntese, para os essencialistas adaptacionistas, o que haveria de especial na linguagem? Em resumo, um léxico mental, uma gramática universal e as funções cognitivas. O léxico mental refere à uma lista finita de palavras memorizadas. Dessa forma, uma palavra é um signo arbitrário, uma conexão entre um sinal e um conceito compartilhado pelos membros de uma comunidade (por exemplo, a "palavra pato" não se parece com o "animal pato", "não anda como um pato ou grasna como um pato"), mas pode ser usada para transmitir o "conceito de pato", porque os membros da comunidade aprenderam a mesma conexão entre o som e o significado garantido pelo mesmo sistema de codificação/decodificação (Pinker, 2003).

A "Gramática Universal" refere à um algoritmo finito para gerar infinitas sentenças dependentes da sintaxe e da recursividade (Pinker, 2003). A sintaxe corresponde às regras de combinação, por meio da qual, as palavras são relacionadas para formar as frases e as sentenças através da mesclagem de objetos simbólicos, por exemplo, um sujeito, um verbo e um objeto para gerar compostos simbólicos (Pinker, 2003). A recursividade é a característica que permite que uma frase seja definida como uma sequência de frases e que uma ou mais dessas "frases filhas" ou descendentes possam ser derivadas da "frase mãe" ou ascendente (Pinker, 2003). Isso cria um *loop* recorrente para gerar muitas sentenças de qualquer tamanho (por exemplo, a construção: "eu me pergunto se ela sabe que eu sei que ela sabe que ele pensa que ela está interessada nele"). Com

efeito, se observa haver uma estrutura hierárquica, o que permite transmitir as proposições mais complexas que são expressões de conceitos categorizados em conceitos (Pinker, 2003).

Mas a linguagem não é feita somente da sintaxe e do léxico. Complementarmente, os essencialistas adaptacionistas neo-darwinianos realçam as características de outros componentes da linguagem e da cognição: 1) uma estrutura predicado-argumento que codifica as relações entre os componentes da estrutura; 2) as transformações-movimento e os traços de ligação, pois, após especificar uma estrutura de árvore hierárquica na qual as palavras de uma frase são inseridas, um outro conjunto de operações podem alterá-la de maneiras precisas; 3) a morfologia que reporta às palavras simples ou partes de palavras, como os prefixos e os sufixos que são reunidas para produzir as palavras compostas; 4) a fonologia que governa os padrões de sons de uma língua por meio da formação de palavras associadas com os gestos articulados, como os movimentos da língua e dos lábios; 5) interfaces externas da linguagem como a percepção da fala e o controle motor das estruturas do trato vocal; 6) interfaces internas como a estrutura conceitual, as funções executivas como o raciocínio, a atenção seletiva, a memória de trabalho e o planejamento da ação no contexto social (Pinker, 2003; Pinker 2010).

Pinker (Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010) traz também evidências para o argumento que a linguagem é uma adaptação ao nicho cognitivo-ecológico destacando a universidade e o design da linguagem, ou seja, que a linguagem é universal através das sociedades e das pessoas no sentido de ser regida por regras e ser sistemática, embora seja flexível ao ponto das regras permitirem a formação de dialetos dentro de uma língua, justamente, por ser um código que mapeia de maneira eficiente a relação do som ao significado, através das propriedades da gramática. Dentre o conjunto de evidências, a universalidade do desenvolvimento ontogenético da aquisição da linguagem (Bickerton, 2009) e algumas pesquisas envolvendo alguns distúrbios (Afasia de Broca) e síndromes (Síndrome de Willians) no tocante a linguagem e a cognição especificam a função da linguagem para a comunicação (Yule, 2010).

Em oposição aos argumentos da hipótese não-seletiva, há razões para favorecer a abordagem selecionista, especialmente, o argumento padrão na biologia evolutiva neodarwinista que diz que a seleção natural pode explicar a evolução do design adaptativo complexo da linguagem como uma adaptação. Isso significa que uma característica, cuja

base genética foi moldada pela seleção natural para a comunicação, está mais próxima ao contexto do *know-how* adquirido em alto grau de cooperação entre não-parentes para a vida social, antes de servir à manipulação ou engano (*deceive*) (Pinker, 2010)[79].

Finalmente, é relevante dizer que os paralelos entre os nichos ecologicamente construídos e cognitivos ajudam a explicar a co-evolução entre a linguagem, a cognição e a vida socialmente interdependente (Pinker, 2010). A construção do nicho ecológico é o processo pelo qual os organismos alteram os estados ambientais, modificando assim as condições que os organismos experimentam e as fontes de seleção natural em seus ambientes, de tal modo que, os organismos se adaptam a seus ambientes por meio da seleção natural. No entanto, eles também modificam a seleção natural por meio da construção de nicho. Desta forma, eles influenciam a evolução e alteram as pressões ecológicas sobre eles (Tooby & Devore, 1987; Cosmides & Tooby, 2013).

Isso induz o surgimento e o desenvolvimento dos nichos cognitivos, pois, as particularidades de um nicho cognitivo são construídas de forma semelhante, no sentido que os incrementos iniciais na cooperação, na comunicação e no *know-how* alteraram o ambiente social e, portanto, as pressões de seleção para os hominídeos ancestrais (Pinker, 2003). As habilidades psicológicas subjacentes ao *know-how* tecnológico, à comunicação aberta e à cooperação entre os não-parentes são todas hiperdesenvolvidas na mesma espécie, pois, cada habilidade aumenta o valor das outras (Pinker, 2010). Isso permite inferir uma interdependência entre a linguagem e o *know-how* para a sobrevivência (Pinker & Jackendoff, 2005a). A linguagem transmite a informação de um organismo a outro sobre o conhecimento e as habilidades que favorecem a sobrevivência do grupo, por sua vez, o conhecimento não só pode ser explorado para manipular o meio ambiente, mas pode ser compartilhado com parentes e outros cooperadores para benefício mútuo, logo, a capacidade de compartilhar o *know-how*, por meio da linguagem, pode ter sido um grande acelerador na evolução da cooperação, porque dá aos humanos o incentivo e os meios para cooperar (Pinker, 2010). Portanto, a linguagem e a cooperação são intercambiáveis com a inteligência e a sociabilidade caracterizando o nicho cognitivo e

[79] É sugestivo chamar a atenção do leitor para este ponto. A hipótese de trabalho é mais próxima ao modelo do essencialismo adaptacionista não só devido as estruturas da linguagem que importam, como a sintaxe as interfaces externas da linguagem, mas também ao seu aspecto funcional. Ao dizer que a linguagem serve aos propósitos comunicativos e não de navegação espacial e matemáticos, a implicação imediata é que a linguagem está vinculada à vida social interdependente, ao *how how* da vida cotidiana e cooperação entre os indivíduos da mesma espécie não-parentes que possuem o mesmo código linguístico. Esse é o ponto de vista relacional da hipótese de trabalho que será melhor exposto no capítulo 3.

exercendo pressão seletiva sobre os descendentes (Pinker & Bloom, 1990; Pinker & Pinker, 2010, Pinker, 2013).

Seção 4

O valor do debate Essencialismo Generativo vs Adaptacionista para a hipótese de trabalho

A hipótese de trabalho CLEC procura apresentar uma definição de mecanismo consciente fortemente ligado à comunicação. Nesta perspectiva se diz que o mecanismo consciente possa estar em conexão estrita com a linguagem. Na definição da hipótese, o mecanismo consciente tem a função de traduzir os estados internos do organismo na forma de representações simbólicas, através de um sistema de manipulação sintático, para gerar novos símbolos. O organismo traduz os estados internos em externos com vistas à serem comunicados aos outros organismos que possuem o mesmo sistema para, inversamente, decodificar para a compreensão. Desse modo, fica saliente que a hipótese CLEC possa ter interesse nas estruturas de linguagem, como a sintaxe, que constituem as regras de combinação de símbolos específica para a transformação e a decodificação simbólicas para a expressão e a compreensão linguísticas. Além disso, a relação entre a linguagem e a cognição, isto é, com a memória de trabalho (WM), como foi debatido no capítulo anterior, é importante considerar. Por fim, uma questão pertinente é sobre a função da linguagem transcorrida no debate a saber se a função primeira da linguagem era a comunicação ou não, ou seja, se a linguagem evoluiu para propósitos comunicativos ou se possuía uma função outra que não a comunicação, como que a FLN defende, aventando que a linguagem serviu antes para o raciocínio matemático e a navegação espacial.

4.1. O Sistema Cognitivo Computacional

Por definição, a FLN inclui apenas a recursividade (*merge*) como a estrutura singular da linguagem humana e como o único componente exclusivamente humano da faculdade da linguagem. Adicionalmente, Chomsky e colegas (Hauser Et Al., 2014) argumentam que a FLN pode ter evoluído por outras razões que não a linguagem. Para isso, os estudos comparativos que possam procurar as evidências de tais cálculos fora do domínio da comunicação (por exemplo, número e navegação) são relevantes (Dehaene et al., 1999). A tese ainda assume que a evolução saltatória pode ajudar a esclarecer como ocorreram as exaptações sobre os *constraints* de certas estruturas (Chomsky, 2011).

Para não retomar a tudo o que foi discutido nas seções precedentes, em síntese, para a FNL, o conceito de linguagem é diretamente dependente da "Recursividade da Sintaxe": por definição, para a FLN, *o sistema computacional é constituído por uma sintaxe que gera as representações internas e as mapeia na interface sensório-motora pelo sistema fonológico e na interface conceitual-intencional pelo sistema semântico (formal)* (BOLHUIS ET AL, 2014). Nesta via argumentativa, a sintaxe é o que a teoria evolucionária deve se ocupar para explicar, pois ela é a principal característica distintiva da linguagem, sendo que, *ela é a estrutura hierárquica de operação que reúne os elementos simbólicos relaciona-os recursivamente segundo regras sintáticas* (BOLHUIS ET AL, 2014). Esse é um ponto de convergência da hipótese CLEC com a FLN ou TMF, porque, a hipótese CLEC afirma que *a sintaxe é o elemento que realiza as operações de manipulação simbólica para a geração de novos símbolos, podendo estes, serem mais complexos, contudo, sempre subordinados às regras específicas de combinação*.

Para a TMF/FLN, a cognição está relacionada à linguagem. Há o requisito de requerimentos cognitivos para o processamento computacional relativo à dois mapeamentos, de modo que, se exige: (1) *uma interface conceitual interna para o pensamento*; e (2) *uma interface sensório-motora que externaliza a linguagem para a fala, sinal ou outra modalidade*, por exemplo, {[*to eat, the, apples*] '*the apples to eat*'} (BOLHUIS ET AL, 2014). Este é outro ponto importante para a hipótese CLEC, pois, como foi descrito no capítulo 1, *a manipulação de símbolos é administrada e performada pelas funções executivas, especificamente, a WM, sendo que a atenção seletiva ajuda na seleção de itens relevantes e na coordenação*. No capítulo 1, detalhadamente, na seção 5, foi argumentado que são *os buffers da WM que coordenam as operações iniciais de codificação/decodificação e que as operações sintáticas são subsequentes e que o mecanismo consciente coordena tais buffers da WM e o sistema cognitivo-computacional*

com a ajuda da atenção seletiva. Assim, basicamente, este é o argumento da hipótese de trabalho.

O que Chomsky e colegas (Bolhuis et al, 2014) chamam de átomos conceituais lexicais, isto é, *a combinação recursiva de letras para formar as palavras e as sentenças dependente dos recursos combinatórios da estrutura sintática para gerar um infinito número de palavras e sentenças*, por exemplo, {'*the brown cow*' / '*a black cat behind the mat'*}. Este recurso é importante para a hipótese de trabalho, *pois as informações implícitas (originadas no corpo e no ambiente) podem ser representadas por palavras*, por exemplo, a palavra "*stone*" significa um objeto pequeno com certo peso (leve), tamanho (pequeno) e certa função (construção). No entanto, devido a este *recurso*, os *símbolos* podem ser *manipulados* para gerarem novos símbolos, muitas vezes, mais complexos, por exemplo, o símbolo ′"pedra" pode ser manipulado para gerar um novo símbolo como "casa".

Complementarmente, outra estrutura relevante é "*Displacement in Human Language*" ou "Dualidade da Padronização Semântica": a *combinação lexical também é responsável pelo deslocamento de palavras* - o aparente "movimento"- mudando de uma posição para outra em frases ocupando duas posições sintáticas como requerido para duas interpretações semânticas (Bolhuis et al, 2014). No exemplo, {*guess*, [*boys*, *eat*, *what*]} e {*guess*, *what*, *boys*, *eat*, ~~*what*~~}, a palavra "*What*" assume papel duplo e é interpretado em dois lugares na frase: 1) como objeto do verbo comer "*eat'*; 2) como operador quantificador para ser interpretado como "*for what x, boys eat x*". Assim, pode-se simplesmente aplicar a recursividade aos dois objetos sintáticos {*boys*, {*eat*, o *what*}} e {*what*}, em que {*what*} é um subconjunto do primeiro objeto sintático {*eat*} em vez de algum conjunto externo. Isso produz algo como {*what*, *boys*, {*eat*, *what*}}}, desta forma, marcando os dois operadores necessários e posições variáveis para "*What*" (Bolhuis et al, 2014).

Outra característica cara à hipótese de trabalho é a uniformidade e a estabilidade atribuídas à linguagem (Chomsky, 1978; Chomsky, 2000; Bolhuis et al, 2014). Diferentemente de outras características adquiridas, por exemplo, a pigmentação da pele ou intolerância à lactose, *as estruturas sintáticas são uniformes na população mundial*. Por um lado, a hipótese da SMT ou FLN sobre o "Modelo de Gramática Universal", que discorre sobre a geração de estruturas sintáticas pela faculdade da linguagem cognitiva e

biológica, pode encontrar suporte experimental na hipótese da GNW (Dehaene et al., 1999) sobre como o cérebro processa os números e os cálculos aritméticos usando as estruturas semelhantes recursivas que operam em espaços computacionais. Por seu turno, para Dehaene e colegas (Dehaene, et al., 1999) o seu modelo GNW, para a intuição matemática, reconhece a viabilidade para uma gramática universal da FLN, pois há *a perspectiva diferencial inata em número e aritmética* (no caso da aritmética aproximada)[80] que postula uma base matemática para um modelo minimalista de formação da linguagem (Dehaene et al., 1999).

Por fim, a análise evolucionária da TMF/FLN pode, portanto, ser focada nesta propriedade fenotípica definida de forma bastante restrita, ou seja, a recursividade da linguagem. Esse é o ponto diferencial principal entre os estados ancestrais e modernos da linguagem. Para a SMT/FLN, essa mudança é relativamente pequena e está de acordo com o aparente rápido surgimento da linguagem. O novo "sistema computacional" poderia ter levado a uma grande vantagem competitiva entre os primeiros *Homo sapiens* (*Sapiens Arcaico*) que o possuíam, particularmente, quando ligado aos mecanismos perceptuais e motores possivelmente preexistentes (Bolhuis et al, 2014).

4.2. Gradualismo, Comunicação, Sociabilidade e Cooperação

No entanto, a hipótese de trabalho, no que concerne à um dos pontos de debate a respeito da evolução saltatória ou gradual, está mais próxima do essencialismo adaptacionista (Pinker, 2003; Pinker, 2010) no que diz respeito à importância de outras interfaces da linguagem além da sintaxe, no caso, *a função comunicativa da linguagem* e a aposta na *evolução por seleção natural e gradual*.

[80] Para Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1999), a aritmética exata corresponde às representações específicas da linguagem, é dependente da linguagem, adquirida em formato específico de linguagem e mantida por circuitos frontais inferiores do hemisfério esquerdo. Diferentemente, a matemática aproximada é não dependente da linguagem, e concerne às representações de quantidade processadas por áreas parietais visuo-espaciais bilaterais. Uma possibilidade interessante, embora claramente especulativa, é que essa representação de quantidade numérica independente da linguagem esteja relacionada às habilidades numéricas pré-verbais que foram estabelecidas independentemente em várias espécies de animais e em bebês humanos (Dehaene et al., 1999).

Primeiramente, é pertinente notar que, o adaptacionismo não recusa em todo a STM/FLN, mas recusa três pontos cruciais, a saber: (1) que a sintaxe seja a única estrutura relevante da linguagem e diferencial, por si só, da linguagem humana (Chomsky, 1995); (2) que, inicialmente, a linguagem evoluiu para outra função que não os propósitos comunicativos (Berwick & Chomsky, 2016); (3) que a evolução da linguagem foi saltatória, na qual, as estruturas subjacentes da linguagem eram outras, como as estruturas visuo-espaciais ou matemáticas (estrutura 1), que desempenhavam as funções ligadas à navegação-espacial ou raciocínio matemático aproximado (função 1) (Dehaene Et Al., 1999), e que a linguagem (função *n*) surgiu por meio de uma exaptação destas estruturas (estrutura 1) (Gold & Vrba, 1986), que adquiriram uma segunda função (função *n*) (Hauser et al.,2002).

Primeiramente, os adaptacionistas não veem problema em reconhecer o papel regulador que a sintaxe desempenha e a sua universalidade e as suas demais propriedades (Pinker & Jackendoff, 2005a). Dentre os argumentos trazidos, as evidências genéticas acerca do gene FOXP2 que gera a dispraxia verbal, uma incapacidade de coordenar os movimentos musculares necessários para a fala, parece não afetar a recursividade. Além do mais, em um estudo comparativo (Clarc et al., 2003) dos genomas de camundongos, chimpanzés e humanos revelou que há vários genes que são expressos no desenvolvimento do sistema auditivo e que sofreram seleção positiva na linhagem humana (Pinker & Jackendoff, 2005a).

Como foi dito na subseção anterior, além da sintaxe e do léxico mental (um conjunto finito de palavras que integram uma língua), os adaptacionistas alargam a visão e incluem a morfologia, em que as palavras simples ou partes de palavras (como prefixos e sufixos) são reunidas para produzir as palavras complexas, a fonologia, enquanto um sistema combinatório que estabelece os padrões sonoros de uma linguagem, os recursos perceptivos (uma interface externa que possibilite representar a linguagem em contato com o mundo), articulatórios (a anatomia do trato vocal), conceituais (que fornece os significados das palavras e as suas relações), e sociais (sobre como a linguagem pode ser usada e interpretada em um contexto social) também são caros (Pinker, 2003; Pinker, 2010). *A definição da consciência como uma função comunicativa exige uma abordagem mais ampla, para além da sintaxe, em outras palavras, indo além da cognição aproximadamente à WM e a atenção seletiva, rumo a cognição social que compete as dimensões culturais, sociais e cooperativas, pois concebe que a consciência possuindo*

uma função comunicativa foi vantajosa para os organismos vivendo socialmente e culturalmente de maneira interdependentes.

A hipótese de trabalho, sobretudo, compartilha a posição adaptacionista que *a linguagem evoluiu para outra função que não a comunicação*. Para a SMT/FLN, a linguagem, primeiro, surgiu a partir de uma estrutura cuja a função original era a matemática (cálculo/números) e a navegação (aprimoramento de estratégias de caça) (Hauser et al., 2002). A abordagem adaptacionsta prevê que a função é a comunicação que serviu melhor para o uso do conhecimento (*know how*) necessário para a sobrevivência e para as relações sociais (organizações formação de redes de relacionamento mais complexas dentro de grupos sociais que as de parentesco) numa vida socialmente interdependente (Pinker, 2010). Neste cenário, poderia ser vantajoso para os organismos que pudessem transmitir os seus estados internos acerca de proteção e defesa, caça e alimento, estratégias e instruções, e informações sobre estados do corpo (Pinker, 2003).

Para a hipótese de trabalho, foi um ganho imenso quando os organismos passaram a comunicar simbolicamente, pois se antes os seus estados internos eram transmitidos através de expressões emocionais comportamentais e isso trazia as vantagens da velocidade e da imediatidade (o comportamento reflete diretamente os estados internos dos organismos). Todavia, agora, a transmissão passa por representações extrínsecas, criadas a partir de regras gramaticais e exponenciadas pelas demais interfaces da linguagem defendidas pelos adaptacionsitas (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2005a), cuja função é comunicar os estados internos do organismo de forma mais detalhada e complexa, mesmo que perca em velocidade e imediatidade[81].

Seguindo na exposição do argumento, sobre o tópico da evolução saltatória, Pinker e colegas argumentam (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2005a) que haveriam poucas diferenças genômicas entre *homo neanderthal* e *sapiens* e que as mutações em larga escala em janelas temporais curtas são estatisticamente improváveis (Pinker, 2003). Suplementarmente, a SMT/FLN reconhece que uma única mutação (FOXP2) não pode ser sozinha responsável pela linguagem (Bolhuis Et Al, 2014). Desse modo, haveria

[81] Aqui é importante considerar, como é mostrado no capítulo 3, que a expressão comportamental, obviamente, é mantida ao longo da evolução por seu caráter vantajoso quando velocidade e imediatidade são relevantes à sobrevivência.

pouca evidência para sugerir a conexão entre as mudanças gênicas e os fenômenos fenótipos relevantes (Pinker, 2003). Somado a isso, há as descobertas acerca do osso hioide da laringe, que é uma importante estrutura do trato vocal que participa da produção de sons da fala (Fitch & Reby, 2001). Tal descoberta foi relacionada ao *Homo Neanderthal* (no sítio de kebara) e foi estendida à linguagem, apesar que necessita de comparações mais completas para saber qual a sua função e se as estruturas periféricas contam até qual ponto para afirmar sobre a origem da faculdade da linguagem (Pinker, 2003; Pinker, 2010). Sendo assim, isso traz desafios para a explicação saltatória (Gold & Vrba, 1986) e a tese do equilíbrio pontual (Piatelli-Palmirani, 1989).

Desse modo, a abordagem adaptacionista defende que a linguagem evoluiu como uma adaptação, isto é, enquanto um traço cuja a base genética é moldada pela seleção natural (Pinker, 2010). Os adaptacionistas participam da tese da universalidade da linguagem e do *design* universal da recursividade (Pinker, 2003), mas incluem outras interfaces (Pinker 2003; Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010) e atribuem a sua função como uma adaptação comunicativa para os organismos com um estilo de vida socialmente interdependente de caçadores-coletores (Pinker & Bloom, 1990; Pinker, 2010), na qual, a linguagem poderia ter evoluído gradualmente após a divisão chimpanzé/humano até cerca de 200.000 a 300.000 atrás, entre as gerações que compõem a linhagem que leva aos humanos modernos.

A abordagem adaptacionista (Pinker, 2010) é compatível com a co-evolução cognição, linguagem e sociabilidade. A adaptação não-passiva ajuda a entender esta parte. No entanto, antes disso, é preciso entender que os paralelos entre os nichos ecologicamente construídos e cognitivos: (1) a construção de nicho ecológico é o processo pelo qual os organismos alteram os estados ambientais modificando assim as condições que eles e outros organismos experimentam e as fontes de seleção natural em seus ambientes; (2) a seleção natural é o meio, pelo qual, os organismos se adaptam ao ambiente, no entanto, eles também modificam a seleção natural por meio da construção de nicho e, dessa forma, eles influenciam a evolução; (3) as particularidades de um nicho cognitivo são construídas de forma semelhante, no sentido de que, os incrementos iniciais na cooperação, na comunicação ou *know-how* alteraram o ambiente social e, portanto, as pressões de seleção para os hominídeos ancestrais (Tooby & De Vore, 1987; Pinker, 2010).

Desse modo, há a interdependência entre a linguagem e o *know-how* para a sobrevivência, pois a linguagem transmite as informações de um organismo a outro sobre o conhecimento e as habilidades que favorecem a sobrevivência do grupo (Pinker, 2010). O conhecimento não só pode ser explorado para manipular o meio ambiente, mas pode ser compartilhado com os parentes e outros cooperadores não-parentes para benefício mútuo. Além de que, a capacidade de compartilhar o *know-how* por meio da linguagem pode ter sido um grande acelerador na evolução da cooperação, porque dá aos humanos o incentivo e os meios para cooperar (Trivers, 1971). Assim, a linguagem e a cooperação são intercambiáveis com a cognição e a sociabilidade caracterizando o nicho cognitivo e exercendo pressão seletiva sobre os descendentes (Pinker, 2010).

Assim, a co-evolução cognição, linguagem e sociabilidade, defendida pelas abordagens adaptacionistas desde cedo (Richardson, 1996) até atualmente (Pinker, 2010) é próxima da hipótese de trabalho, pois há uma óbvia interdependência entre os mecanismos cognitivos, subjacentes ao *know-how*, a linguagem e a sociabilidade. A linguagem tem relação como inúmeras habilidades cognitivas de alto desempenho como a WM, a atenção seletiva, a metacognição e as habilidades sociais como o reconhecimento de indivíduos, as memórias semânticas e episódicas a respeito das ações de outros indivíduos, as representações de emoções morais e de conceitos sobre as ações dos indivíduos (Pinker, 2010). *O argumento da hipótese de trabalho é que a linguagem depende das primeiras para expressar as segundas*, ou seja, que *a linguagem depende das funções executivas, ao menos da WM, enquanto codificação prévia, e da atenção seletiva, enquanto funções de seleção de itens e controle* (conforme foi argumentado no capítulo 1), *e que possibilita o exercício da cognição social, pois permite compartilhar a informação armazenada no cérebro aproveitando o valor adaptativo de compartilhar novos conhecimentos e habilidades* (Pinker, 2010). Os benefícios coletivos poderiam ser amplos, pois a linguagem não só possibilita partilhar conhecimentos, mas explorar novos de modo cooperativo (Pinker, 2010). Ao mesmo tempo que a linguagem pode proliferar os benefícios entre o emissor e o receptor, como comunicar detalhadamente as situações complexas sobre o ambiente ou sobre os seus próprios estados e representações, a linguagem pode ter ajudado a desenvolver conjuntamente outras habilidades cognitivas (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010) e a consciência (Damasio, 1998; Damasio, 2010).

4.3. Uma Síntese dos Modelos de Evolução da Linguagem

Portanto, a hipótese de trabalho CLEC depende tanto de propostas da SMT/FLN de Chomsky e colegas (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al, 2014) quanto de *insights* do modelo adaptacionista de Pinker e colegas (Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010). Observou-se certos *acordos*: os adaptacionistas aceitam a distinção entre, de um lado, os modelos externalistas e emergentistas (FLB) e, do outro lado, a FLN (SMT) no debate sobre a comunicação em animais não-humanos e a linguagem em humanos (desenvolvida nas seções 1 e 2 do capítulo 2) considerando a importância da evolução social, dos componentes sensório-motores, conceituais e gramaticais e concordam em diferenciar entre as habilidades compartilhadas e as únicas. No entanto, observou-se também certos *desacordos*: a) sobretudo, que a linguagem evoluiu por exaptação, deriva genética, ou por convergência; b) que a recursividade é o único aspecto que diferencia a linguagem em humanos dos sistemas de comunicação avançados presentes nas outras espécies; c) e que a linguagem tenha evoluído para função outra que não a comunicação. Desse modo, *a abordagem adaptacionista apresenta uma solução melhor ao problema da evolução da linguagem e mais próxima dos aspectos relevantes da hipótese de trabalho.* Particularmente, são importantes duas propostas da FLN/SMT, a saber, a aproximação da linguagem com a cognição (raciocínio e navegação) e o papel da sintaxe como a regra gramatical combinatória de símbolos. Não obstante, os adaptacionistas evitam isolar a linguagem de outras interfaces (como a prosódia, a pragmática, a fonologia e a morfologia), contornam a necessidade de saltos evolutivos e exaptações (pressupor mutações em larga-escala), negam uma função outra para a linguagem que não a comunicação e, por fim, não impedem de relacionar o mecanismo consciente com a WM e o sistema cognitivo-computacional.

Esses dois últimos pontos são o cerne da hipótese de trabalho, numa perspectiva, digamos, mais internalista. Todavia, a perspectiva externalista recorre aos elementos associados à evolução da comunicação, como a cooperação em uma vida socialmente interdependente e o uso prático da comunicação na vida do organismo humano pré-histórico (dito *know-how*) como a organização social, a transmissão de informações sobre o ambiente (por exemplo, a localização de comida e a presença de predadores) e sobre os

planos internos como as crenças, intenções, leituras de mente e outras (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010).

O que distingue a hipótese de trabalho do modelo adaptacionista é que, *primeiro*, os adaptacionistas não estão interessados em consciência. Esse é uma minúcia dita fulcral. Os adaptacionistas não falam da consciência e muito menos na interação de consciência e linguagem. *Segundo*, quem faz aproximação entre consciência e linguagem é Antonio Damasio (Damasio, 1998; Damasio, 2010; Damasio, 2018), mas não como a hipótese de trabalho preconiza. Damasio (Damasio 2010) argumenta que a linguagem e a consciência co-evoluíram e que a linguagem conferiu novo grau de complexidade à consciência (consciência estendida). Contudo, a forma anterior de consciência, chamada de *self-core* (consciência central), não possui relação com a linguagem e nem com a cognição. Por sua vez, a *hipótese de trabalho é centrada numa interação entre três sistemas*, a saber, a *memória de trabalho e os seus subsistemas* que codificam a informação simbólica enquanto representações simbólicas de diversos tipos (por exemplo, adjetivos, verbos, sujeitos, substantivos e assim por diante), *o sistema cognitivo-computacional* que faz a mesclagem destas representações simbólicas construindo as sentenças como as formas mais complexas de representações simbólicas transmitindo mais informações e o *mecanismo consciente*, especificamente, a *consciência noética de tipo verbal* que coordena a atividade destes dois sistemas. Vale ressaltar que a definição de consciência noética verbal é oriunda da HOTEC (Ledoux, 2019), porém o autor *não* desenvolve a conexão evolutiva linguagem e consciência e muito menos especifica nos detalhes apresentados aqui neste trabalho *garantindo o seu elemento de originalidade do mecanismo consciente como um tradutor de estados internos em estados externos na forma de representações simbólicas extrínsecas*.

Por fim, a *vantagem adaptativa* do sistema de linguagem ocorre no *contexto social* e *cooperativo*, na qual, o organismo que transmite os seus estados internos sobre o ambiente, o seu corpo e a sua "mente" pode fazer isso em maior riqueza de detalhes e complexidade conferindo vantagens a ele em poder prever o comportamento dos outros e as circunstâncias do nicho ecológico. Os organismos animais humanos cooperam com outros trocando as informações, os bens, as práticas, o *know-how* e os compromissos entre si. Assim, essa é uma ação coletiva na criação dos filhos, na coleta, na caça, na defesa na exploração de novos nichos ecológicos e cognitivos. Essa cooperação estende-se aos outros organismos animais humanos que não estão relacionados com eles, em parcerias

mutáveis, coligações e relações comerciais e, portanto, deve ser explicada não pela seleção de parentesco, mas pelo mutualismo/simbiose e reciprocidade.

Seção 5

Os Modelos Neuronais da Linguagem

Assim como aconteceu no capítulo 1, na qual, duas subseções da seção 6 trataram das bases neuronais da WM e da atenção seletiva, esta subseção se presta as bases neuronais da linguagem, tanto as pesquisas sobre a cronometria dos processos linguísticos quanto por imagens. Metodologicamente, a exposição adotou uma estratégia evolucionária e funcionalista, neste último caso, no sentido de um funcionalismo das funções cognitivas ancorados na psicologia evolutiva e cognitiva. Contudo, a exposição seria incompleta se não se mostrasse compatível com os modelos explicativos das neurociências cognitivas e neuropsicologia, pois essa não é uma explicação da hipótese de trabalho, puramente funcionalista. De outro modo, para uma explicação evolucionária, o cerne epistemológico é baseado em pesquisas filogenéticas, mas essas se mostram complementadas por pesquisas em modelagem neuronal. Quanto a hipótese de trabalho, o modelo é bem integrado aos modelos neuronais, conforme foi proposto quando se falou dos modelos de consciência que servem de sustentáculo expositivo da hipótese de trabalho, dentre os quais, também estão inclusos os modelos de alta-ordem e cognitivistas, além é claro, dos neuronais. Desse modo, assim como houveram subseções explicativas a respeito da base neuronal da cognição e da consciência, a proposta é ponderar sobre os modelos neuronais da linguagem.

As neurociências cognitivas estudam os mecanismos dos sistemas neurais mais complexos associados às funções mentais superiores, entre os quais, a linguagem, a memória, a atenção, além das representações mentais e da codificação de informação em vários níveis de organização e de processamento (Churchland & Sejnowski, 1996). A neurociência cognitiva é uma abordagem interdisciplinar que se desenvolveu a partir da neuropsicologia e da neurologia (que estudavam os pacientes doentes e acometidos por lesões cerebrais), da neurociência comportamental (que utilizava dados coletados em animais não-humanos e humanos), das técnicas de imagem e de registro cerebral, das

neurociências moleculares, celulares e das neurociências dos sistemas, que diferem entre si em níveis de organização, processamento e análise, mas compartilham a consideração que o encéfalo é uma porção de matéria complexa no universo, resultado de bilhões de anos de processo evolutivo (Gazzaniga, 2009). O conhecimento do funcionamento cerebral subjacente à cognição se apoia em dados emprestados de outros métodos, mas se concentra em modelos de funcionamento cognitivo, estudando os indivíduos humanos realizando tarefas cognitivas associadas às várias interfaces da linguagem, por exemplo, como a produção da fala ou a compreensão (Friederici, 2002).

Assim sendo, esta seção se dedicará a apresentar alguns modelos e metodologias empregadas no estudo de como a linguagem pode ser codificada e decodificada. Para tanto, esta seção se dimensiona: inicialmente, sobre os modelos neuropsicológicos, por exemplo, como a Afasia Progressiva Primária; depois, é a vez das metodologias de cronometria dos processos de codificação das palavras; seguindo pelos métodos de efeito de estimulação sobre os processos linguísticos; na sequência, tal abordagem é comoplementada pelos estudos de imageamento da sintaxe e semântica; e, por fim, o foco é sobre os estudos das redes cerebrais que categorizam a linguagem.

5.1. Alguns Modelos Neuropsicológicos da Linguagem

5.1.1. Afasia Progressiva Primária

A afasia progressiva primária (PPA) é um tipo de síndrome neurológica, na qual, as capacidades de linguagem tornam-se lenta e progressivamente prejudicadas (Marshall et al., 2018). Inicialmente, a PPA foi descrita e especificada por Mesulam, na década de 1980 (Mesulam, 1982), como tendo uma sobreposição clínica e patológica com o espectro de distúrbios da Demência do Lobo Frontotemporal (FTLD) e com as doenças degenerativas, como Alzheimer. Não obstante, os sintomas de PPA permitem aos pacientes serem capazes de manter a capacidade de cuidar de si próprios e permanecerem funcionais e perseguirem os seus interesses e hobbies, ao passo que, a vasta maioria dos pacientes com este tipo de demência não tem afasia (Mesulam, 1982).

A doença começa com distúrbios na busca de palavras (anomia) e frequentemente prejudica a estrutura gramatical (sintaxe) e a compreensão (semântica) da linguagem (Mesulam, 2001). Tal como as afasias de Broca e Wernicke, os sintomas que acompanham a PPA dependem do local e do grau das áreas lateralizadas à esquerda que foram danificadas. Mas, diferentemente das afasias de Broca e Wernicke, na PPA ocorre uma progressiva danificação das áreas afetadas fazendo que os sintomas iniciais sejam menos prejudiciais do que os sintomas posteriores (Mesulam, 2001). Especificamente, os pacientes com PPA perdem lentamente a capacidade de falar, escrever, ler e compreender a linguagem em geral e, eventualmente, quase todos os pacientes ficam mudos e perdem completamente a capacidade de compreender a linguagem escrita e falada (Mesulam, 2001). Embora tenha sido descrito pela primeira vez como apenas um comprometimento das capacidades de linguagem, enquanto outras funções mentais permanecem intactas (Mesulam, 1982), há estudos (Macoir et al., 2017) que sugerem que muitos, se não a maioria dos pacientes com PPA, apresentam comprometimento da memória, da formação de memória de curto prazo e perda de funções executivas, apesar de não ser confirmado por todos (Coemans et al., 2022).

Quanto à neuroanatomia estrutural e funcional, a característica mais distintiva da PPA é a atrofia assimétrica do hemisfério dominante da linguagem (geralmente esquerdo), sendo que, especificamente, a morfometria quantitativa mostra que o subtipo a-gramático (PPA-G) está mais intimamente associado à atrofia no lobo frontal posterior, incluindo a área de Broca, enquanto que, o subtipo semântico (PPA-S) está correlacionado com a atrofia nos componentes temporais anteriores da rede de linguagem, e o subtipo logopênico (PPA-L) está correlacionado com a atrofia no componente temporo-parietal da rede linguística, no entanto, pode haver sobreposição substancial entre os padrões de atrofia de PPA-G e PPA-L (Mesulam, 2013).

Quanto a habilidade, o subtipo PPA-G implica prejuízo da estrutura gramatical da linguagem falada ou escrita na ausência de prejuízos significativos na compreensão de palavras. Além do mais, a produção geralmente é de baixa fluência, mas não precisa ser disártrica ou apráxica (Mesulam, 2013). O subtipo semântico (PPA-S) refere ao prejuízo da compreensão de palavras na ausência de comprometimento gramatical significativo e ao grave prejuízo da nomenclatura de objetos, enquanto que, a saída motora é fluente, apesar de que contém hesitações, parafasias e circunlocuções para encontrar as palavras (Mesulam, 2013). Por fim, o subtipo PPA-L diz respeito à ausência de prejuízos quanto

ao comprometimento significativo de gramática ou compreensão de palavras, mas a fala contém muitas hesitações e dificuldades fonêmicas na busca de palavras e se observa parafasias, assim como, é observado prejuízo na nomeação de objetos (Mesulam, 2013). Em geral, um critério para PPA inclui, sobretudo, as anomalias na gramaticalidade da produção de sentenças, recuperação de palavras na fala, nomeação de objetos, compreensão de palavras e sentenças, ortografia, leitura, repetição. Segundo Mesulam (Mesualm, 1982; Mesualm, 2001; Mesulam, 2013), há preservação inicial e relativa da memória episódica, das funções executivas, das habilidades visuoespaciais e do comportamento como documentado por história, registros médicos e/ou testes neuropsicológicos, apesar de haverem controvérsias (Macoir et al., 2017; Coemans et al., 2022).

Em suma, o modelo refere ao dano à rede fronto-parietal que conduz à prejuízos quanto a habilidade de nomear objetos (anomia), sintaxe (agramantismo) e compreensão (semântica verbal). O Giro Temporal Superior Esquerdo ($_{L}$GST) revela-se atrófico, ao longo do progresso da doença e a Fissura de Sylvius no hemisfério esquerdo se mostra aumentada, enquanto o hipocampo não apresenta atrofia (Mesulam, 2001). A atrofia de áreas correlacionadas aos componentes envolvidos na linguagem tem como causas a hipoperfusão cerebral, que é o aumento da pressão sanguínea que pode conduzir à danos vasculares, e hipometabolismo, caracterizado por decaimento de consumo de glicose, sendo que, os dois também estão associados à outras demências, além de caracterizarem a disfunção que conduz à PPA (Mesulam, 1982; Mesulam, 2001; Mesulam, 2013).

Adicionalmente, a nomeação de objetos pode ficar prejudicada e a fala pode apresentar uma qualidade hesitante devido às pausas frequentes para encontrar as palavras., mas esses dois aspectos da anomia (nomeação de objetos e localização de palavras prejudicadas) podem ser dissociados um do outro. Os déficits na busca de palavras levam à simplificação (o uso de uma palavra genérica e pouco adequada em vez de uma menos comum, mas mais apropriada), à circunlocução (a articulação tortuosa de um pensamento quando a palavra concisa não pode ser recuperada), à substituição por preenchimentos (dizer "a coisa" ou "*whatchamacallit*" em vez da palavra que falta) e a produção de parafasias (substituição de palavras incorretas). As parafasias podem ser fonêmicas (substituição de uma palavra com som incorreto) ou semânticas (substituição de sons dentro de uma palavra). No estágio anômico da PPA, os pacientes que não conseguem nomear os objetos mostrados podem apontar para o objeto apropriado quando

o nome é fornecido pelo examinador. Portanto, o déficit de nomeação é "unidirecional", indicando um prejuízo no nível da recuperação lexical e não na compreensão das palavras, e pode ser específica de categorias de palavras (Mesulam, 2001; Mesulam, 2013).

Sobre o agramantismo, a fala é caracterizada por frases anormalmente curtas (ditas "telegráficas"), que tendem a carecer de palavras funcionais. Alguns pacientes apresentam anormalidades marcantes de sintaxe (ordem das palavras) e tendem a usar indevidamente as estruturas simbólicas tais como os tempos verbais, plurais, possessivos e pronomes. Apesar dessas dificuldades, os pacientes conseguem comunicar com sucesso os seus pensamentos em um estilo marcado pelo uso de gestos e sinalizações. A apraxia ideomotora, a disgrafia e a dificuldade de repetição da fala, especialmente para as palavras funcionais de classes verbais, são comuns e levam ao estado clínico que lembra a Afasia de Broca. Portanto, a fluência verbal é frequentemente prejudicada devido ao trabalho de articulação e, menos frequentemente, à disartria. Finalmente, a compreensão parece intacta e a leitura é prejudicada para certos tipos de palavras gramaticais como as preposições e os pronomes, ao passo que, os prejuízos de fluência são extremos, a ponto de as declarações ficarem limitadas à uma ou duas sílabas repetitivas ou grunhidos (Mesulam, 2001; Mesulam, 2013).

Dando sequência à descrição, a PPA conduz à déficits de compreensão (semântica verbal). Esses déficits de compreensão de palavras surgem em vários níveis de gravidade. Nos estágios iniciais, o paciente pode acompanhar a maior parte da conversa, exceto por ocasionais lacunas léxico-semânticas. Muitos dos déficits de nomeação neste estágio são bilaterais, de modo que, o paciente não consegue nomear um objeto nem apontar quando o examinador fornece o nome. Assim, parece difícil acessar representações semânticas relacionadas à um objeto verbalmente, mas a representação relacionada à um mesmo objeto pode ser acessado visualmente, pois o paciente consegue descrever (por meio de circunlocuções, parafasias e pantomima) a natureza do objeto mostrado pelo examinador. Além disso, certos pacientes apresentaram déficits de nomeação bidirecional para uma especificidade categorial animais humanos e não-humanos ou objetos (Mesulam, 2001; Mesulam, 2013).

Em um estágio seguinte, mesmo as palavras simples deixam de ser decodificadas e a compreensão da conversa fica bem comprometida, embora o reconhecimento visual de objetos e os rostos permaneçam relativamente preservado. Para além dos déficits de

compreensão, os pacientes também não conseguem achar as palavras certas para representar os seus pensamentos, sendo que, a fala se torna mais "vazia" de conteúdo, parafásica e com circunlocuções aumentando a probabilidade de neologismos. Isso implica até dificuldade acentuada de avaliar clinicamente os pacientes, pois a fala incoerente e a incapacidade de compreender as perguntas do examinador podem dar a impressão equivocada de demência global (Mesulam, 1982). Do mesmo modo, a leitura e a escrita são também prejudicadas, mas são mais preservadas que a fala. A repetição da linguagem pode ser preservada, assemelhando a afasia sensorial, e quando comprometida, então se assemelha a Afasia de Wernicke (Mesulam, 2001; Mesulam, 2013).

Por último, em estágios avançados, ocorre a baixa performance de vocalização, na qual, são expressos apenas ruídos incoerentes. Complementarmente, os pacientes não conseguem compreender a fala ou os gestos e podem nem responder aos seus nomes. Nesta fase, o diagnóstico neuropsicológico fica bem comprometido, pois é impossível avaliar o estado de outras funções mentais. Neste estágio, certos comportamentos bizarros e inquietações sem algum propósito aparente também podem surgir (Mesulam, 2001; Mesulam, 2013).

5.1.2. Dispraxia Verbal do Desenvolvimento (DVD)

A dispraxia verbal do desenvolvimento (DVD) ou Apraxia da Fala na Infância (CAS) é uma incapacidade de utilizar o planejamento motor para realizar os movimentos necessários para a fala durante o processo de aprendizado da linguagem de uma criança. Embora as causas sejam diferentes entre a Apraxia da Fala (AOS) e CAS, as principais características e os tratamentos são semelhantes (Morgan & Vogel, 2009). A AOS é um distúrbio dos sons da fala que afeta a capacidade de um indivíduo de traduzir os planos de fala conscientes em planos motores, o que resulta em capacidade de fala limitada e difícil (West et al., 2005). A Dispraxia também é uma condição, na qual, um paciente tem dificuldades para pronunciar as sílabas, palavras e demais sons devido aos problemas de planejamento para mover a boca e os seus componentes (especificamente, os lábios, a mandíbula, a língua e assim por diante) que são necessários para a produção da fala. Apesar do paciente conhecer o que ele pretende dizer, o seu cérebro tem dificuldade em coordenar os movimentos musculares necessários para dizer essas palavras (Morgan & Vogel, 2009).

A Dispraxia é um modelo interessante, pois remete aos componentes genéticos da linguagem (Lai et al., 2001; Watkins et al., 2002) e ao *hub* neurofuncional da linguagem (Yi et al., 2019; Hertich et al., 2020). Como DVD ou CAS é caracterizado como um distúrbio motor, isso significa que o problema pode estar localizado no cérebro e em seus sinais (Smith et al., 2018) ou, antes, nos genes que codificam a produção da fala (Watkins et al., 1999).

O primeiro caso sugeriu um papel para o canal de sódio [NA] SCN3A no desenvolvimento das áreas perisilvianas, que mantêm circuitos linguísticos chave, como as Área de Broca e Wernicke, e que os pacientes com mutações no SCN3A apresentavam distúrbios motores orais da fala (Smith et al., 2018). Tais canais exibiram canalopatias em canais de íons de sódio desta subunidade devido à mutação que ocorre em genes que codificam os canais de sódio dependentes de voltagem. Com isso, os canais mostraram propriedades biofísicas alteradas, incluindo o aumento da corrente persistente, e os indivíduos afetados apresentaram dobramento interrompido (polimicrogiria) do córtex perisilviano do cérebro que resulta em disfunção motora oral e de fala. Isso parece implicar que a subunidade SCN3A tem relação com o desenvolvimento pré-natal das áreas corticais da linguagem humana, visto que, a expressão de SCN3A ocorre durante o desenvolvimento fetal humano em progenitores e nos neurônios (Smith et al., 2018).

O segundo caso remete à relação entre o gene FOXP2 e a habilidade de produção da fala em animais humanos e não-humanos e tem sido corroborado por muitas pesquisas (Vargha-khadem et al., 1995; Watkins et al., 1999; Lai et al., 2001; Watkins et al., 2002; Vargha-khadem et AL., 2005; Morgan & Vogel, 2009), o que não impede de haverem controvérsias (Atkinson et al., 2018). Em geral, há muitas pesquisas (Kang & Drayna, 2011; Bacon & Rappold, 2012) que se concentraram na importância do gene FOXP2 no desenvolvimento linguístico, incluindo distintas espécies, e sugerindo que o gene FOXP2 poderia ajudar a explicar DVD/CAS (White et al., 2006). Ao mesmo tempo, se incluiu alguns indivíduos, como por exemplo, as pesquisas relacionadas à "família KE", na qual, a metade dos membros da família, ao longo de três gerações, exibiram dispraxia verbal de desenvolvimento hereditária e uma cópia defeituosa do gene FOXP2 (Lai et al., 2001).

Em geral, esse subtópico trata da linguagem, especificamente da fala, que foi tratada na história da filosofia e da psicologia de modo distante de quaisquer preocupações quanto às capacidades inatas do cérebro humano, mas só recentemente foi

encontrado um ponto de entrada na base genética da linguagem, na qual, uma descoberta de uma mutação no FOXP2, na "família KE" com um distúrbio da fala e da linguagem, permitiu aos pesquisadores rastrear a expressão neural deste gene durante o desenvolvimento embriológico, acompanhar os efeitos desta mutação genética na estrutura e na função do cérebro, e assim, começar a entender essa parte da herança neural que culmina na habilidade da fala articulada (Lai et al., 2001; Vargha-khadem et al., 2005).

Assim sendo, essa nova fase começou com uma investigação de três gerações da "família KE", metade dos quais, apresenta Dispraxia Verbal herdada em um padrão consistente com uma mutação autossômica dominante. Esta dispraxia verbal foi posteriormente demonstrada – com base na análise comportamental – como estando enraizada num distúrbio do movimento orofacial que se manifesta de forma mais marcante durante a fala. Assim também, esta descrição quantitativa do fenótipo permitiu uma análise de ligação genética, que levou posteriormente à identificação do gene mutado, o FOXP2 (Vargha-khadem et al., 1995; Lai et al., 2001).

Inicialmente, o que caracterizou o distúrbio de fala e linguagem dos membros afetados foi considerado como uma dispraxia verbal do desenvolvimento, em que, o distúrbio foi descrito como aquele que afetava mais a expressão e a articulação da linguagem do que sua compreensão, e foram observados problemas na organização e coordenação dos movimentos de alta velocidade necessários para a produção de uma fala inteligível (Vargha-khadem et al., 1995; Lai et al., 2001). Não houve problemas auditivos ou déficits neurológicos que afetassem os movimentos dos membros, e não houve evidência de dificuldade de alimentação ou deglutição durante a infância (Vargha-khadem et al., 1995; Lai et al., 2001). Naquele tempo, houveram debates sobre como caracterizar o fenótipo discorrendo sobre as análises comportamentais: (1) uma incapacidade de usar as regras da gramática inglesa para denotar tempo, número, gênero; (2) uma sugestão de que se originou nos sistemas fonológico e de produção da linguagem e não na gramática; (3) por fim, um distúrbio grave de fala que interferia de forma não seletiva em todos os aspectos da linguagem, incluindo a fonologia e a gramática, no entanto, só depois foi adicionada a ligação genética (Vargha-khadem et al., 1995; Lai et al., 2001).

Em quase todos os testes de fala e linguagem aplicados (os testes incluíram avaliações de pronúncia, gramática, semântica, QI verbal e até mesmo QI não-verbal, com déficits tendendo a ser maiores para as medidas de produção de linguagem do que para as medidas de compreensão), o grupo de membros da família que se presumia ser afetado estava, em média, significativamente prejudicado em relação ao grupo que se presumia não ser afetado. No entanto, apenas em dois testes (a repetição de palavras e não-palavras), os dois grupos não apresentaram sobreposição e serviu como um índice inequívoco do fenótipo comportamental e foi usado para atribuir o status de afetado versus não-afetado o que foi confirmado quando levou à localização do Gene SPCH1 para o braço longo do cromossomo 7, uma ligação que levou, por sua vez, à identificação do FOXP2. (Vargha-khadem et al., 1995)[82].

Seguindo ainda na descrição da habilidade, nas tarefas que envolviam a repetição de palavras e, em particular, de pseudopalavras, os membros da família afetados apresentaram maior déficit relativo quando tentaram reproduzir combinações multissilábicas em comparação com combinações monossilábicas consoante-vogal (Vargha-khadem et al., 1995). Tarefas que envolviam a imitação de movimentos não relacionados à fala produziram o mesmo gradiente de comprometimento, com movimentos paralelos e sequenciais mostrando um comprometimento relativo maior do que ações orofaciais isoladas (Vargha-khadem et al., 1995). Assim, estes achados indicam que um déficit central nos familiares afetados é um comprometimento motor orofacial de ordem superior ou dispraxia que é melhor exemplificado na fala, porque a fala requer seleção, coordenação e tempo precisos de sequências de movimentos orofaciais rápidos (Vargha-khadem et al., 1995).

Quanto ao fenótipo neural, usando morfometria baseada em voxel (VBM), uma técnica computacional usada para identificar as diferenças regionais sutis na substância cinzenta ou branca comparando entre os grupos de escaneamentos voxel-a-voxel, os resultados mostraram que a família afetada pela mutação genética de FOXP2 tem redução da matéria cinzenta bilateralmente em componentes motores estatisticamente significante

[82] O gene responsável pelo distúrbio de fala e linguagem na família "KE" estava originalmente localizado no braço longo do cromossomo 7 (7q31). O gene causador (denominado SPCH1) tinha sido localizado, através a ligação estatisticamente relevante (com um LOD SCORE de 6,6) (Fischer et al., 1998). Análises adicionais estreitaram geneticamente a região e identificaram um indivíduo não-aparentado, designado de "C.S"., com um distúrbio semelhante de fala e linguagem e uma translocação cromossômica envolvendo a região do gene SPCH1. Em última análise, foi a análise dos cromossomos de "CS" que levou à identificação do FOXP2 gene como causa do distúrbio de fala e linguagem (Lai et al., 2001).

para o núcleo caudado, o cerebelo ventral, lobo temporal, giro precentral e para o giro frontal inferior (Área de Broca) e, em contraste, haviam níveis anormalmente elevados de substância cinzenta na porção posterior do giro temporal superior (Área de Wernicke), no giro angular e no putâmen. (Vargha-khadem et al., 1998).

Usando protocolos de fMRI para tarefas de linguagem, um envolvendo a geração de verbos *covert* (silenciosos) e um outro envolvendo a geração de verbos *overt* (falados) e repetição de palavras (Liégeois et al., 2003), o resultado mostra que as áreas de linguagem são funcionalmente anormais nos membros da família "KE" afetados, mostrando um padrão de distribuição mais posterior e mais extensamente bilateral do que nos membros neurotípicos. Consistente com os achados morfológicos, os achados funcionais durante as tarefas *covert* e *overt* indicaram que, em comparação com os membros neurotípicos, os membros afetados tiveram significativamente menos ativação na Área de Broca e no seu homólogo do hemisfério direito, bem como no putâmen (Liégeois et al., 2003).

Inicialmente, estes estudos de imagem estrutural (Vargha-khadem et al., 1998) e funcional (Liégeois et al., 2003) forneceram base para a compreensão explicativa de como uma mutação pontual no gene FOXP2 resulta no distúrbio de fala e linguagem mostrado pela família "KE". Eles indicam que o FOXP2 pode ser importante para o desenvolvimento de supostas redes fronto-estriatais e fronto-cerebelares que estão envolvidas na aprendizagem, no planejamento e na execução de sequências motoras orofaciais e, particularmente, da fala, semelhantes às redes envolvidas na aprendizagem e execução de sequências manuais e outras sequências motoras (Vargha-khadem et al, 2005).

Desse modo, os extensos dados comportamentais da família "KE", combinados com o sucesso da análise de ligação genética e os dados neuronais, apoiam a proposta de que existe pelo menos um défice central, neste caso, a dispraxia orofacial, subjacente ao distúrbio da fala e da linguagem dos membros afetados pela mutação gênica de componentes do FOXP2 (Vargha-khadem et al., 1995; Lai et al., 2001; Watkins et al., 2002). Não obstante, quanto às deficiências gramaticais, semânticas e outras deficiências cognitivas associadas, se são todas consequências secundárias deste défice fundamental, ou se apontam, em vez disso, para a existência de défices centrais adicionais é uma

questão em aberto. Adicionalmente, quanto à esta hipótese pesam certas críticas (Atkinson et al., 2018).

Como argumentado acima, o gene FOXP2 parece ser importante para a evolução humana (Enard et al., 2002; Zhang et al., 2002). A evolução teria selecionado o FOXP2, cujo papel, revelou um gene crítico para a evolução da fala nos primeiros hominídeos (Enard et al., 2002; Zhang et al., 2002). O gene da proteína P2 da caixa *Forkhead* FOXP2 codifica um fator de transcrição que é expresso em altos níveis no cérebro durante o desenvolvimento fetal, bem como no pulmão e no intestino (Lai et al., 2001). Se o FOXP2 foi inicialmente identificado por seu papel na fala humana, possuindo duas substituições de aminoácidos não-sinônimas no éxon 7 derivadas da linhagem humana, então tais evidências apoiariam uma recente varredura seletiva na linhagem *sapiens* e estão em desacordo com a presença dessas substituições em hominídeos arcaicos (Vargha-khadem et al., 1995; Lai et al., 2001; Watkins et al., 2002). Entretanto, os pesquisadores (Atkinson et al., 2018) procuraram testar o FOXP2 em centenas de genomas distribuídos globalmente para verificar a seleção evolutivamente recente e não encontraram as evidências de seleção recente positiva ou de equilíbrio na FOXP2.

Desse modo, replicando os experimentos de Enard e colegas (Enard et al., 2002), os autores (Atkinson et al., 2018) não acharam evidências de uma varredura seletiva visando o exon 7 do FOXP2 na população testada que explique no sentido de efeitos da história demográfica humana recente nos padrões de variação nesta região genômica. Enfim, a ausência de evidências de que as duas substituições originais de aminoácidos foram alvo de uma varredura recente limitada aos humanos modernos poderia enfraquecer o argumento trazido pelo esencialismo generativo (Bolhuis et al., 2014) que circunscreve a linguagem á animais humanos da linhagem sapiens beneficiados por mutações aleatórias nos últimos 100 mil anos.

5.2. A Codificação de Palavras na Cronometria dos Processos Linguísticos

A cronometria mental é o estudo científico da velocidade de processamento ou tempo de reação em tarefas cognitivas para inferir o conteúdo, a duração e a sequência temporal das operações mentais. O tempo de reação (RT) é medido pelo tempo decorrido entre o início do estímulo e a resposta de um indivíduo em tarefas cognitivas elementares

(ECTs), que são tarefas perceptivo-motoras relativamente simples, normalmente administradas em um ambiente de laboratório (Posner, 2005). Uma propriedade notável das línguas humanas é que elas dependem fortemente de processos combinatórios recursivos: os fonemas combinam-se em morfemas, que se combinam em palavras, que se combinam em frases formando assim um sistema potencialmente infinito. Um objetivo digno da neurolinguística é compreender como tal estrutura constituinte é codificada no nível neural. Embora os métodos atuais de imagem cerebral ainda não permitam que os pesquisadores se aprofundem nos detalhes dos cálculos neurais, eles já permitem circunscrever as áreas cerebrais envolvidas nesse processamento (Friederici, 2011).

Alguns resultados interessantes também foram obtidos com estudos de cronometria dos processos sintáticos e semânticos e a compreensão da linguagem em pacientes disléxicos (Friederici, 2002). A análise semântica e a sintática da linguagem são estudadas por métodos de potenciais evocados relacionados ao evento (ERPs) para registro do processamento e de medição dos efeitos em ondas (Friederici, 2002) e através das pesquisas sobre a localização dos processos sintáticos e semânticos (Friederici et al., 2003). Duas ondas marcam o processamento da sintaxe, uma onda negativa precoce, entre 150-500 ms (N150), oriundas de eletrodos posicionados na parte anterior esquerda do escalpo, e uma onda positiva tardia, entre 600-1000 ms (P600), após a violação da sintaxe, na região centro-parietal (Hagoort et al., 1993). A primeira onda marca os processos sintáticos automáticos e a segunda marcaria os processos de reanálise sintática, sendo que, a primeira análise corresponde à uma N150. Os resultados ainda apontam uma amplitude maior na P600 quando as palavras apresentadas desestruturam a frase, ou seja, quando randomizam a ordem, artigo-definido-sujeito-verbo-substantivo, que casos de concordância entre o sujeito e o verbo (Friederici et al., 2003)[83].

[83] Os ERPs referem à soma dos potenciais pós-sinápticos relacionados à eventos evocados por estímulos e registrados ou por magnetoencefalografia (MEG) ou eletroencefalografia (EEG), sendo o último mais comum. As atividades de neurônios formam assembleias sincronizadas em macrocolunas funcionais que são como dípolos, cuja a direção média é a mesma. As ondas se diferenciam por amplitude, frequência e latência, são medidas em microvolts e relacionadas aos estados do ciclo sonho-sono-vigília. Os sinais são captados por eletrodos e amplificados por programas de computador. Para cada porção do EEG registrado por cada eletrodo é adicionado um sinal num intervalo de tempo e numa situação particular (estímulo-resposta). Cada porção é reagrupada, em uma janela temporal definida pelo experimentador, e a sequência de testes faz surgir o potencial evocado (EP) da comparação entre todos os registros pela somação. Os símbolos N/P correspondem à polaridade da onda e o número à latência do pico da onda após o estímulo. Há duas categorias principais de EP: exógenos que referem aos tratamentos experimentais ligados ao estímulo sensorial e são usuais para estudos sobre vigília, eles são precoces (alguns de 50 ms), são observados em regiões corticais posteriores, como no estriado, têm a amplitude que varia com o estímulo e a latência é sempre idêntica; os endógenos referem às tarefas propriamente ditas, como o tratamento

O processamento semântico está correlacionado ao efeito N4, uma onda negativa N400, na região centro parietal, resultado da apresentação de frases incongruentes quanto ao significado: no estudo, foram apresentadas tipos de sentenças uma sintaticamente e semanticamente corretas, uma semanticamente incongruente e fora de contexto e uma terceira frase incongruente, mas dentro do contexto: por exemplo, "eu bebo meu café com leite e açúcar", "bebo meu café com leite e cachorro" e "bebo meu café com leite e sal"[84] (Kutas & Hillyard, 1980). A onda N400 surgia na região centro parietal após as palavras "cachorro" e "sal", mas com uma amplitude maior quando a incongruência semântica é maior, contudo, a palavra "açúcar" não provoca incongruência (Kutas & Hillyard, 1980). Alguns estudos subsequentes confirmaram estes resultados e mostraram que o efeito N4 é especifico para incongruência linguística, mas não a visual ou a auditiva (Patel et al., 2003). Neste estudo, na configuração das tarefas, os participantes deveriam ver imagens de faces e ouvir melodias conhecidas, mas em testes separados e os resultados mostraram outros tipos de ondas, por exemplo, como uma P600 para incongruência em melodias conhecidas que introduzem notas discordantes (Patel et al., 2003).

Além de pesquisas na cronometria de processos semânticos e sintáticos, as neurociências cognitivas também apresentaram resultados quanto a localização destas ondas. Friederici (Friederici, 2002) estudou os ERPs, a cronometria dos processamentos sintáticos e semânticos e os correlacionou com a localização destes processos permitindo identificar os seus geradores: a) a onda N400, para a análise semântica, envolve as estruturas temporais-mediais, próximas ao hipocampo, nas áreas em torno do sulco temporal superior, no lobo temporal esquerdo e nas regiões próximas ao córtex auditivo esquerdo, neste caso, para linguagem oral; b) para a análise sintática, a onda N400 tem geradores, em ambos os hemisférios, mas com maior proeminência esquerda, no nível frontal inferior e no temporal anterior. Entretanto, a onda tardia P600 para a re-análise sintática de incongruência alta na ordem das palavras é variável e foi específica em pacientes parksonianos e nos gânglios da base. No caso de re-análise sintática, as ondas tinham baixa amplitude e não apresentavam a N150 precoce para violação sintática

cognitivo, eles são tardios, a latência é mais longa que dos exógenos e a amplitude e a frequência variam com a tarefa. Estes últimos têm mais interesse das neurociências cognitivas (Kandel et al., 2013).

[84]Esta frase é incongruente, mas a palavra "sal" pertence à categoria de "açúcar", a categoria semântica dos alimentos.

automática correlacionada aos dois hemisférios ao $STG_{L/R}$, também integrante da área de Wernicke (Friederici et al., 2003).

Em síntese, um efeito ERP ocorre cerca de 100 ms após o início da fala e reflete a identificação dos fonemas. Este efeito, denominado N100, é uma deflexão negativa na forma de onda do ERP (Obleser et al., 2003). Um segundo componente ERP discutido no contexto do processamento acústico-fonológico, que ocorre logo após 100 ms, é a chamada negatividade de incompatibilidade, que demonstrou refletir a discriminação de categorias acústicas e fonêmicas (Näätänen et al., 1997). É importante notar que este componente do ERP não é específico do idioma, mas reflete a discriminação das categorias auditivas, no entanto, ele pode ser usado para investigar os aspectos linguísticos como a discriminação de fonemas usando fonemas ou sílabas como material de estímulo (Winkler et al., 2009).

Um estudo (Dehaene-lambertz et al., 2000) indicou que as representações específicas da língua são construídas no nível do fonema e da sílaba logo após a percepção da língua. Dehaene-Lambertz e colegas (Dehaene-lambertz et al., 2000) investigaram o processamento de fonemas em unidades semelhantes às palavras, comparando os participantes ouvintes tanto franceses quanto japoneses, e mostrando que, durante o processamento da fala, o sinal de entrada auditivo é diretamente analisado no formato fonológico específico da língua nativa do ouvinte. Isto permite o cálculo rápido da representação fonológica a partir da entrada de fala e pode, assim, facilitar o acesso à forma fonológica da palavra armazenada no léxico. Desse modo, o léxico é geralmente considerado uma catalogação de todas as palavras, na qual, as informações sobre a sua forma fonológica, sobre a sua categoria sintática (por exemplo, se substantivo, verbo, e assim por diante) e sobre o seu significado são anexadas à cada palavra. Em resumo, a forma fonológica de uma palavra, entretanto, é o meio pelo qual o léxico pode ser acessado (Dehaene-lambertz et al., 2000).

De modo adicional, embora tenha sido relatado que os efeitos precoces do ERP relacionados à fala ocorrem cerca de 100 ms após o início da fala para aspectos fonéticos e fonêmicos da linguagem falada, há trabalhos (Herrmann et al. 2011; Macgregor, et al., 2012) que sugerem até mesmo efeitos muito precoces antes de 100 ms. Durante o processamento da fala isso foi relatado para o reconhecimento do status lexical de uma palavra, por exemplo, na sentença, “Este elemento é uma palavra da minha língua ou

não?" (Macgregor et al., 2012), bem como para o reconhecimento da categoria sintática de uma palavra, por exemplo, na sentença, "A categoria sintática da palavra está correta neste contexto frasal?" (Herrmann et al., 2011). Esses primeiros efeitos do ERP desafiam a visão de um sistema de processamento de voz estritamente incremental, na qual, um sub-processo só pode começar quando o anterior terminar. Em vez disso, eles sugerem um sistema de compreensão parcialmente paralelo, cujo função, permite que as informações parciais do processador acústico-fonológico são encaminhadas para o próximo nível de processamento para permitir processos iniciais relacionados a palavras.

Por fim, sobre as ERPs de tipo N400 e P600, mostrou que este são dois dos componentes ERPs em nível de frase mais extensivamente estudados, sendo que, o N400 é uma deflexão negativa do sinal EEG com uma distribuição centro-parietal e com pico em torno de 400 ms após o início do estímulo, que tem sido associada ao processamento semântico (Kutas & Hillyard, 1980), ao passo que, o P600 é uma deflexão positiva do sinal EEG com início em torno de 600ms, que está associada ao processamento sintático (Hagoort et al., 1993), apesar de haverem controvérsias (Swaab etal., 2013).

Recentemente, um estudo (Fitz & Chang, 2019) empregou um modelo conexionista que podia simular os dados de três estudos sobre o N400 (modulação de amplitude por expectativa, restrição contextual e posição da sentença), cinco estudos sobre o P600 (concordância, tempo verbal, categoria de palavra, subcategorização e *garden-path effects*) e um estudo no P600 semântico em anomalias de inversão de papéis para fornecer uma explicação da sensibilidade dos ERPs à incompatibilidade de expectativas, do tempo relativo do N400 e do P600, da natureza semântica do N400, da natureza sintática do P600 e do fato de que os ERPs podem mudar com a experiência. O estudo (Fitz & Chang, 2019) sugeriu um sistema de "Propagação de Erro" (*Error Propagation*) para compreender os componentes N400 e P600 que explicam as quatro características cruciais dos ERPs (sensibilidade de incompatibilidade, dependência semântica/sintática, suas assinaturas temporais específicas e a adaptação da amplitude à experiência linguística).

O modelo de Propagação de Erro foi capaz de simular tarefas, na qual, o N400 está envolvido e sentenças envolvendo tarefas P600. Tal modelo argumenta que os resultados de compreensão dos ERPs puderam ser explicados ainda levando em conta uma ampla gama de resultados de produção de frases e aquisição de linguagem, e além

disso, foi capaz de mostrar como se aprende as representações internas apropriadas e como a adaptação pode explicar por que o erro de predição é gerado durante o processamento de entrada. Por fim, essas tarefas envolvem algum tipo de aprendizado, a aprendizagem reflete a aquisição de representações sintáticas e semânticas, como também para adaptá-las em resposta aos novos dados (Fitz & Chang, 2019). O modelo de propagação de erro depende da inferência da melhor explicação (Seth & Frinton, 2016), ou seja, que os ERPs sejam evidências elétricas de que o cérebro implementa os algoritmos de aprendizagem baseados em erros que são funcionalmente equivalentes à retropropagação de erros, desse modo, o aprendizado por propagação de erros poderia explicar como o cérebro eletroquímico implementa a mente preditiva (Seth & Frinston, 2016).

5.3. Os Efeitos da Estimulação Elétrica em Linguagem

A Estimulação Elétrica (ESM) é uma técnica de neuroestimulação que normalmente é usada para mapear neuralmente as funções motoras, de linguagem ou outras funções cognitivas em indivíduos com epilepsia farmacologicamente intratável e/ou que estão passando por cirurgia de tumor cerebral (Kandel et al., 2013). As pesquisas sobre os efeitos da eletroestimulação no comportamento linguístico iniciaram com Penfield e Rasmussen (Penfield & Rasmussen, 1950). Os autores apresentaram resultados da estimulação elétrica do córtex motor inter-hemisférico na área que controla a boca e os lábios que causava a suspensão da fala observando-se a contração da boca e da mandíbula. Ocasionalmente, tal estimulação gerava a produção de vocalizações e gritos rítmicos. Na estimulação, com a variação (± Hz) do estímulo sobre a área de Broca (giro frontal inferior esquerdo), a fala era hesitante ou até suspensa. Neste caso, havia anomia transitória leve em tarefa de nomeação de objetos, a substituição das palavras corretas. Na estimulação inter-hemisférica, particularmente, no lobo parietal posterior, próximo à fissura lateral, e no lobo temporal (essas duas regiões estão na vizinhança do fascículo arqueado e da área de Wernicke) também ocorria suspensão da fala ou confusão verbal (Kandel et al., 2013).

Posteriormente, Ojemann e Mateer (Ojemann & Mateer, 1979) descreveram um modelo de linguagem que identificava os componentes da linguagem (sejam eles considerados tarefas ou funções) como a nomeação, a leitura, a memória verbal de curto prazo, a mímica de movimentos orofaciais e a identificação de fonemas durante as operações neurocirúrgicas sob anestesia local. O modelo foi usado para explicar como esses componentes ocorrem e se sobrepõem no córtex do hemisfério esquerdo. Desse modo, a estimulação de pequenas regiões do córtex em diferentes locais pode interferir na nomeação, leitura ou repetição de movimentos faciais (Ojemann & Mateer, 1979).

Sparing e colegas (Sparing et al., 2008) investigaram os efeitos da estimulação anódica na área perisilviana posterior esquerda e mostraram que após a tDCS (*Transcracial Direct Current Stimulation*) as latências de resposta diminuíram (o efeito desapareceu 5 ou 10 min após o término da tDCS). Estes resultados sugerem que a estimulação da área perisilviana posterior esquerda (Giro Temporal Superior-STG e o Giro Frontal Inferior-IFG) melhora a nomeação, enquanto a estimulação da área homóloga direita não.

Floel e colegas (Floel Et Al., 2008) abordaram a capacidade de aprendizagem verbal que é crucial para a aquisição de novas línguas em indivíduos saudáveis e para a reaquisição da linguagem após lesões cerebrais. Parra isso, os autores (Floel et al., 2008) estimularam o STG em um desenho cruzado durante uma tarefa envolvendo a aprendizagem de um novo léxico e a velocidade de aprendizagem e a precisão geral aumentaram com a tDCS anódica. A tDCS anódica melhorou o desempenho significativamente mais do que a tDCS catódica e simulada, ao mesmo tempo em que manteve o humor, os tempos de reação e o estilo de resposta inalterados. Estas descobertas sugerem que a tDCS, combinada com treino intensivo, pode facilitar a aprendizagem verbal e, portanto, melhorar a recuperação da linguagem nos pacientes.

Num estudo posterior (Fiori et al., 2011), utilizando diferentes tarefas de linguagem tanto em indivíduos saudáveis quanto em pacientes com afasia, foram obtidos resultados comparáveis, apesar de estudarem diferentes faixas etárias. Depois que os sujeitos aprenderam novas "palavras" atribuídas arbitrariamente às 20 imagens diferentes, os autores aplicaram tDCS sobre a área do giro temporal superior durante a recuperação de palavras. As latências de nomeação foram mais curtas durante a tDCS anódica esquerda do que durante a tDCS simulada. Esses dados sugerem que a região temporal

intervém especificamente quando os sujeitos ativam a representação fonológica da palavra nos estágios finais do acesso lexical.

De Vries e colegas (Devries et al., 2010) investigaram com tDCS o papel funcional da área do $_{L}$IFG no processamento sintático, por meio de um paradigma de aprendizagem de gramática artificial testando a capacidade de aprender linguagem inventada, mas sintaticamente estruturada. A descoberta mais importante neste estudo foi que a tDCS pode melhorar a detecção de violações sintáticas, uma vantagem de potencial interesse para reabilitação de linguagem em alguns pacientes com afasia, que muitas vezes não conseguem mais usar as regras gramaticais com sucesso. Num grupo adicional inscrito para uma experiência de controlo, estimulando o giro frontal inferior direito ($_{R}$IFG), uma área que não foi implicada em tarefas de aprendizagem de gramática artificial, resultados semelhantes foram encontrados nos grupos tDCS e no grupo "*sham*", defendendo assim uma especificidade topográfica para a melhoria de detecção de violação sintática.

Outro teste importante de desempenho linguístico comumente usados na prática clínica para investigar a produção da fala é a fluência verbal. Cattaneo e colegas (Cattano et al., 2011) investigaram alterações anódicas induzidas por tDCS em tarefas de fluência verbal. Na verdade, o estudo avaliou a geração de palavras-chave de letras e categorias. Quando aplicaram tDCS anódica sobre a região de $_{L}$IFG, a fluência semântica e fonêmica melhoraram, mas quando estimularam os sites de fluência do hemisfério homólogo direito permaneceram inalterados. Os investigadores concluíram que a fluência verbal depende criticamente da do $_{L}$IFG e os estudos de tDCS projetados para melhorar as funções de linguagem em pacientes com déficits de produção de linguagem oral devem ter como alvo a área de Broca esquerda 44/45.

Um estudo (Acheson & Hagort, 2013) sugere o giro temporal médio posterior ($_{P}$MTG) e o giro temporal inferior giro frontal (IFG) são dois nós críticos da rede de linguagem no cérebro. As evidências (Ojemann, 1983; Meinzer et al., 2012) apoiaram uma dissociação na compreensão da linguagem em que partes do $_{P}$MTG estão envolvidas na recuperação de informação sintática lexical e o IFG em operações de unificação que mantêm, selecionam e integram as múltiplas fontes de informação ao longo do tempo. Aplicando o procedimento de TMS (*Trasncranial Magnetic Stimutaltion* por estimulação contínua de explosão teta), os autores (Acheson & Hagort, 2013) tentaram estudar os aspectos causais dos *clusters* e a habilidade específica. A recuperação lexical-sintática foi

manipulada usando sentenças com e sem uma ambiguidade temporária de classe de palavras (substantivo/verbo, por exemplo, correr). Em um grupo de participantes, o TMS foi aplicado ao IFG e ao MTG, e em um grupo controle, nenhum TMS foi aplicado. Os resultados mostram que a estimulação do sítio IFG levou a uma modulação do efeito de ambiguidade (ambíguo-inequívoco) na região da sentença de desambiguação em três medidas: (1) durações da primeira fixação; (2) tempos totais de leitura; e (3) movimentos oculares regressivos na região. Tanto a estimulação IFG quanto a pMTG modularam o efeito de ambiguidade para o tempo total de leitura do participante na região que corresponde à ambiguidade temporária da sentença em relação ao grupo controle. Os resultados atuais demonstram que um protocolo off-line repetitivo de TMS pode ter influências em um momento diferente durante o processamento on-line e fornecer evidências causais para o envolvimento do IFG em operações de unificação durante a compreensão de sentenças.

Em um estudo de meta-análise, Rofes e colegas (Rofes et al., 2019) indicam resultados que trazem quatro sistemas associados: cinco locais correspondentes às áreas motoras e pré-motoras e fronto-corticais inferiores; nove locais relacionados à identificação de fonemas no PFC inferior, no temporal superior e medial e no córtex parietal peri-sylviano; quinze locais relacionados à *short-term memory* (STM) nos lobos parietal e temporal; e nove locais envolvidos no armazenamento e na recuperação de informação verbal nos lobos parietal, temporal e frontal. Como se pode ver, parece que as áreas da linguagem são mais complexas que a sugestão pelos modelos Wernicke-Geschwind e Broca, sendo mais extensas, incluindo outras áreas associadas à percepção (estriado e tálamo). Dentro de cada modelo de área podem haver regiões especializadas para além da produção da fala, controle motor e compressão da linguagem (Rofes et al., 2019).

Atualmente, mais de 30 anos depois, o campo neurocirúrgico se expandiu a ponto de haver uma necessidade crescente de testar ferramentas padronizadas para a prática clínica, bem como uma análise cada vez mais refinada das respostas intra-operatórias à luz dos modelos cognitivos atuais. Há numerosos exemplos desse aumento de interesse indicando os estudos sobre os substratos neurais de muitas funções cognitivas para uma melhor especificação das áreas estimuladas. Em um estudo (Arya et al., 2019), apresentando uma validação prospectiva da linguagem por ESM com estéreo-EEG em função de linguagem falada, foi utilizada uma tarefa de nomeação visual, com uma série

de figuras de objetos comuns mostradas ao paciente, após solicitar que ele os nomeasse em voz alta. Um teste foi realizado antes do ESM, para excluir as imagens que o paciente não conseguiu nomear. Os resultados mostraram que, no hemisfério esquerdo, a dificuldade de nomeação foi mais comumente observada em estimulações no STG (incluindo giros temporais transversos adjacentes) e o IFG. No entanto, dificuldades de nomeação também foram observadas ocasionalmente na estimulação do hemisfério direito, mais frequentemente no $_{R}$STG. Os erros parafásicos isolados localizados apenas no hemisfério esquerdo, foram mais frequentemente no $_{L}$STG e na *pars triangularis* do IFG. A disartria pura raramente foi observada na estimulação do $_{L}$STG esquerdo e do giro supramarginal direito (Arya et al., 2019).

5.4. O Mapeamento Encefálico da Linguagem

Apesar de haverem diferenças de processamento e áreas quanto a entrada do estímulo linguístico, conforme se trate de linguagem oral/auditiva ou escrita/visual, a codificação de informação varia conforme a segmentação destas entradas, tais como, as informações prosódicas (entonação e ritmo) para a linguagem oral e as informações em sinais visuais (como as palavras, espaços, traços, linhas, curvas e etc) para a linguagem escrita (Petersen & Fiez, 1993). Neste estudo, os autores (Petersen & Fiez, 1993) estudaram o reconhecimento, a combinação e a compreensão semântica das palavras que mostraram ativação de regiões diferentes para a linguagem escrita e oral. Na linguagem escrita, o reconhecimento de letras e palavras ativou o córtex occipital extra-estriado esquerdo para as palavras e falsas palavras em língua inglesa, mas se as falsas palavras não obedeciam às regras gramaticais que combinam palavras, formadas por letras que não geraram palavras, esta região não foi ativada, somente as áreas que respondiam à informação visual. Além disso, somente palavras, que seguem às regras gramaticais e integram um léxico de uma língua, cujos os participantes tem experiência, ativava as áreas frontais, como o córtex pré-frontal esquerdo, a região ventrolateral ($_{VL}$PFC$_{L}$) correlacionada à *VisuoSpatial Sketch-Pad* (VSSP), um subcomponente da memória de trabalho exposto na seção 6 do o capítulo 1, que se presume poder estar envolvido na codificação semântica prévia. Para a linguagem oral, o sinal acústico é processado simbolicamente pela ativação têmporo-parietal esquerda e pela porção anterior do giro

temporal superior ($_{A}$STG) e o giro supramarginal. A região têmporo-parietal codifica a informação fonológica e as áreas do $_{VL}$PFC$_{L}$ codificam a representação semântica da representação da informação fonológica (Petersen & Fiez, 1993).

Um estudo (Lehéricy et al., 2000) envolve o imageamento do processamento linguístico usando TEP e fMRI. Neste experimento (com base no Procedimento de Wada de lateralização da linguagem), a atividade encefálica foi registrada (por fRMI) enquanto os sujeitos realizavam três tarefas diferentes de linguagem para medir as diferenças entre a audição de palavras e a geração da fala subtraindo da atividade dos sujeitos em repouso. Assim sendo, as tarefas correspondiam: (a) geração de palavras de uma categoria, como frutas ou animais; (b) repetição silenciosa de sentenças sugerida em voz alta; e (c) escuta de uma história lida em voz alta. Como resultado, a atividade para gerar palavras (a) indicou alta atividade no Córtex Motor Primário e Área Motora Suplementar (SMA) e na Fissura de Sylvius, em torno da Área de Broca. A atividade associada à repetição/geração silenciosa de sentenças (b) (incluindo organização funcional para associar, verbos, substantivos, adjetivos e assim por diante) incluía a Área Frontal Inferior esquerda (na coordenação da tarefa), o Giro Cingulado Anterior (no foco de atenção à tarefa) e as Áreas do Lobo Temporal Posterior (para a associação de palavras). Para a escuta de palavras (c), houve consistência nos resultados obtidos com os estudos sobre os pacientes afásicos, mas não completa, como se esperava com base no modelo Wernicke-Geschwind (ou seja, ativação do córtex auditivo, da Área de Brodmann 41, da Área de Wernicke e, por fim, do Giro Angular), mas amplia incluindo duas vias dorsais e uma ventral (Giro Frontal Medial, SMA, Áreas do Córtex Cingulado e Giro Frontal Superior e Inferior) até a Área de Broca (Lehéricy et al., 2000). Desse modo, houve forte dominância do hemisfério esquerdo e houve extensão da atividade encefálica bilateralmente (quando os participantes moviam a boca e língua sem produzir fala) sugerindo que há mais atividade no hemisfério direito como sugeriu o Teste de Wada (Lehéricy et al., 2000).

Outro estudo (Friederici et al., 2003) acrescentou mais resultados. Neste experimento, os participantes deveriam escutar algumas frases variando pela presença ou ausência de informações sintáticas, especificamente, gerando uma violação de sintaxe modificando a estrutura da frase e o uso de pseudopalavras, frases sintaticamente corretas, mas contento pseudopalavras desprovidas de informações semânticas e, por fim, frases normais com a sua sintática e semântica corretas. Na violação da sintaxe, o tratamento da escuta ativa a porção anterior ($_{A}$STG$_{L}$) e posterior do giro temporal superior esquerdo

($_{P}STG_{L}$), o opérculo frontal posterior esquerdo ($_{P}OF_{L}$), núcleos dos gânglios da base, tal como, o putamem e os núcleos cinzentos centrais (PAG) localizado no tegmentum do tronco cerebral. Genericamente, o tratamento sintático envolve os dois lobos temporais e o lobo frontal esquerdo. O tratamento da violação semântica ativa a ínsula esquerda e direita ($I_{R/L}$) e a porção média do giro temporal superior esquerdo e direito ($_{M}STG_{L/R}$). Por fim, as escutas dos dois tipos de frases incorretas ativam a rede fronto-temporal, sendo o processamento semântico inter-hemisférico, já os processamentos de frases corretas ativam o OF_{L} e o STG.

Embora os métodos atuais de imagem cerebral ainda não permitam que os pesquisadores se aprofundem nos detalhes dos cálculos neurais, eles já permitem circunscrever as áreas cerebrais envolvidas nesse processamento. Nesse sentido, utilizando fMRI, Pallier e colegas (Pallier et al., 2011) buscaram os correlatos da representação da estrutura constituinte linguística. Os autores propuseram um modelo cumulativo de construção de representações simbólicas constituintes, no qual, os constituintes mais longos são codificados por conjuntos neurais mais complexos, prevendo uma ativação cerebral mais forte quando o tamanho dos constituintes aumenta. Um paradigma foi desenhado para verificar esta hipótese, no qual, os participantes tiveram que ler sequências de doze palavras organizadas em constituintes sintáticos de comprimento cada vez mais crescente (por exemplo, 2 constituintes de 6 palavras ou 1 constituinte de 12 palavras). Em conformidade com a previsão do modelo proposto, o sinal de fMRI aumentou com o tamanho dos constituintes, dentro de várias regiões da rede de linguagem lateralizada à esquerda, incluindo a parte orbital do giro frontal inferior esquerdo ($_{ORB}IFG_{L}$), a região triangular do IFG (IFG_{TRI}), o polo temporal (TP), sulco temporal superior anterior ($_{A}STS$), STS posterior ($_{P}STS$) e junção parietal temporal (TPJ).

Levando em conta diferentes visões gerais (Fiederici, 2002; Vigneau et al., 2006; Hickok & Poepel, 2007), ao que parece, estas pesquisas apontam no sentido que o córtex é relevante para a linguagem, especificamente, incluindo o IFG, a área STG, bem como partes do MTG e os giros parietal e angular inferior no lobo parietal. Evidentemente, dentro dessas regiões macroanatômicas definidas, há muitos detalhes e especificidades de sub-regiões microanatômicas

Seguindo na esteira de complementar os modelos tradicionais de compreensão da linguagem, que tenham se concentrado no córtex temporal posterior esquerdo como base

neurológica para a compreensão da linguagem, estudos (Dronkers et al., 2004) de lesões e imagens funcionais indicam o envolvimento de uma extensa rede de regiões corticais. Mais recentemente, Turken e Dronkers (Turken & Dronkrens, 2011) investigaram a conectividade estrutural e funcional das regiões cerebrais consideradas críticas para a compreensão de sentenças auditivas ampliando as investigações prévias (Dronkers et al., 2004). Os autores se concentraram na compreensão de frases, pois essa é uma função complexa que envolve muitos componentes da rede linguística e outras regiões cerebrais que suportam a linguagem, como a memória de trabalho e os sistemas de controle cognitivo (Friederici, 2002; Dronkers et. al., 2004). Assim, o foco da pesquisa se concentrou na compreensão de frases como uma tarefa ideal para explorar a rede de compreensão da linguagem.

Neste estudo anterior (Dronkers et al., 2004) de mapeamento de sintomas de lesão baseada em voxel de dados de pacientes afásicos, descobriu-se que várias regiões do cérebro no hemisfério esquerdo são críticas para a compreensão da linguagem: o giro temporal medial posterior esquerdo ($_{L}$MTG $_{P}$), a parte anterior da área 22 de Brodmann giro temporal superior anterior ($_{A}$STG/BA22), o sulco temporal superior posterior ($_{P}$STS) estendendo-se até a área 39 de Brodmann (STS/BA39), a parte orbital do giro frontal inferior ($_{ORB}$IFG/BA47) e o giro frontal médio (MFG/BA46).

No estudo posterior (Turken & Dronkrens, 2011), investigou-se as vias da substância branca associadas à essas regiões usando imagens de tensor de difusão de indivíduos saudáveis. Assim também se utilizou os dados de fRMI em estado de repouso (*resting state*) para avaliar os perfis de conectividade funcional dessas regiões. Com base nas análises de tractografia de fibra e conectividade funcional, *verificou-se que o MTG$_{L}$, o $_{A}$STG, STS e o IFG fazem parte de uma rede ricamente interconectada que se estende a regiões frontais, parietais e temporais adicionais nos dois hemisférios*. Complementarmente, se descobriu que o fascículo occipito-frontal inferior, o fascículo arqueado e os fascículos longitudinais médio e inferior, bem como as projeções transcalosas são as vias de substância branca mais proeminentes que ligam as regiões importantes para a compreensão da linguagem. Por fim, é importante ressaltar que o MTG$_{L}$ mostrou um padrão de conectividade estrutural e funcional particularmente extenso que é consistente com a gravidade das deficiências associadas às lesões do MTG e que sugere um papel central para esta região na compreensão da linguagem.

Em um estudo mais recente, Dehaene e colegas (Chang et al., 2020), examinaram as áreas do cérebro envolvidas na combinação de palavras em unidades maiores quando há poucas ou nenhumas pistas morfossintáticas com base em um estuo anterior (Pallier et al., 2011). Os autores (Chang et al., 2020) alteravam o comprimento das representações simbólicas constituintes em sequencias de palavras do mesmo comprimento seguindo dois critérios, primeiro, as frases na língua mandarim, que tinham pistas morfossintáticas esparsas e, depois, a frase nominal que não tinha pistas morfossintáticas (por exemplo, "mostarda de mel", "hambúrguer de frango"). Ao usar uma técnica de contraste de sentenças com as listas de palavras, os resultados mostraram uma rede que se sobrepunha amplamente àquela relatada em línguas com pistas morfossintáticas ricas, incluindo as paraste orbital e triangular ($_{ORB}$IFG/$_{TRI}$IFG) esquerdo e áreas ao longo do STG_L/STS_L esquerdo. Ambas as condições mostraram ativação aumentada em $_{TRI}IFG_L/_{ORB}IFG_L$ esquerdo em regiões de interesse funcionais definidos com base em estudo anterior em processamento de frases, enquanto as frases nominais revelaram adicionalmente um efeito de comprimento constituinte em região triangular ($_{DOR//TRI}IFG_{L/R}$) dorsal bilateral e a região opercular esquerda ($_{OPER}IFG_L$) do giro frontal inferior, as áreas $_LMTG_P/STG_P$, ínsula posterior esquerdo ($_PIP_L$) e vários áreas subcorticais, o que pode refletir uma maior dependência de informações semânticas e pragmáticas. Além disso, no $_{TRI}$IFG/$_{OPER}$IFG superior esquerdo e no tálamo esquerdo/caudado, esse efeito aumentou com a tendência dos participantes de combinar substantivos em frases. A ausência de restrições sintáticas na composição linguística pode destacar diferenças individuais no controle cognitivo, o que ajuda a integrar as informações não sintáticas.

5.5. Um breve aparte sobre a Aquisição da Linguagem

Complementarmente, vale destacar dois estudos sobre o tópico da aquisição da linguagem ainda não discutido. Patricia Khul (Khul, 2000; Khul, 2004) direcionou a sua pesquisa para saber como o cérebro adulto aprende a usar a linguagem e Dehaene-Lambertz e colegas (Dehaene-Lambertz et al., 2002) que usaram fMRI para mostrar que, como nos adultos, a linguagem ativa as áreas no hemisfério esquerdo, com ativação adicional no córtex pré-forntal de bebês acordados. Khul (Khul, 2000) focou seu estudo com recém-nascidos e crianças (6 meses, 18 meses, 3 anos de idade) para a detecção de

sons (análise acústica) visando mostrar que ela não determina os limites entre as palavras[85]. Com efeito, não há intervalos entre as palavras faladas e os padrões de letras formam mais de uma sentença. Para isso, os bebês usam muitas pistas fonéticas, prosódicas e sociais. Uma tarefa precoce e essencial para os bebês é darem sentido à fala que ouvem.

Segundo Khul (Khul, 2002), os bebês usam os sons da fala que ouvem para dividir as categorias fonéticas e passam a ser mais proficientes em regras fono-sintáticas, isto é, as regras específicas da linguagem que governam as sequências de fonemas que podem ser usadas para compor palavras. Para identificar os limites das palavras, os bebês podem usar as probabilidades de transição entre as sílabas e as pistas prosódicas, que se relacionam com a acentuação linguística, por exemplo, as palavras trocaicas (com ênfase na primeira sílaba) ou iâmbicas (com ênfase nas sílabas posteriores). Os bebês parecem usar uma combinação de pistas estatísticas e prosódicas para segmentar as palavras na fala (Khul, 2002). Um estudo similar (Saffran, 2000) demostrou o aprendizado estatístico na formação de sentenças com base na audição de sons e na memorização de partículas linguísticas e o uso da ênfase silábica para entender onde começam e terminam as palavras e articulação dos sons das vogais.

Adicionalmente, as influências sociais são importantes na aprendizagem da fala. Os bebês aprendem mais facilmente com as interações com seres humanos que falam outro idioma que com a exposição audiovisual ao mesmo material linguístico, e sua fala é fortemente influenciada pela resposta de outras pessoas ao seu redor, como as suas mães. A importância da entrada social na aprendizagem da linguagem tem algumas semelhanças com as influências sociais na aprendizagem do canto dos pássaros canoros (Doupe & Khul, 1999; Khul, 2002).

Há uma intrínseca relação entre a aprendizagem da linguagem e as mudanças neurais (Dehaene-Lambertz et al., 2002). Dehaene-Lambertz e colegas (Dehaene-Lambertz et. al., 2002) usaram fMRI para medir a atividade cerebral evocada pela fala normal e a fala reproduzida ao contrário em bebês de 3 meses de idade e descobriram que regiões cerebrais semelhantes são ativas em adultos e bebês ao ouvir a fala normal, mas

[85] Por exemplo: “THE RED ON A TEA KETTLE OFTEN CHIPS” = “THEREDONATEAKETTLEOFTENCHIPS” = “THERE, DON ATE A KETTLE OF THE CHIPS” (Khul, 2002, p. 3-4).

que existem diferenças entre os adultos e as respostas dos bebês à fala invertida (*backward task*). As regiões do cérebro lateralizadas à esquerda semelhantes às dos adultos, incluindo os giros angulares e temporais superiores (TSG), já estavam ativas em bebês. A ativação adicional no córtex pré-frontal direito ($_{DL}PFC_R$) foi observada apenas em bebês acordados processando a fala normal. Assim, os precursores das áreas corticais da linguagem adulta já estão ativos em bebês, bem antes do início da produção da fala (Dehaene-Lambertz et al., 2002). Diferentemente, a lateralização direita dessa ativação foi significativa, na qual, a interação inversa revelou uma maior ativação na tarefa de fala invertida que pela fala direta bilateralmente na parte posterior dos sulcos temporais superiores, novamente apenas em bebês acordados (Dehaene-Lambertz et al., 2002).

Khul (Khul, 2000) propõe uma hipótese que o aprendizado de línguas produz redes neurais dedicadas que codificam os padrões da fala da língua nativa. À medida que essas redes se desenvolvem, elas facilitam o aprendizado de novos elementos e padrões de fala se forem consistentes com os padrões existentes, mas impõem restrições ao aprendizado de padrões de língua estrangeira (Khul, 2000). Tal hipótese poderia explicar o fechamento do período "mais apto" para o aprendizado de idiomas estrangeiros, uma vez que uma certa quantidade de aprendizado tenha ocorrido, o comprometimento neural interfere no aprendizado de novos idiomas, de modo que eles não podem ser aprendidos tão facilmente (Khul, 2000).

5.6. Redes Funcionais que Categorizam a Linguagem

Depois das descobertas das áreas de Broca e Wernicke e do processamento da linguagem oral que indicou uma assimetria hemisférica à esquerda para a linguagem, os modelos de processamento cerebral da linguagem foram enriquecidos pelos estudos envolvendo tipos de pacientes, de imagem cerebral e os estudos subsequentes aliando os modelos interdisciplinares em filosofia das ciências cognitivas, psicolinguística e nas neurociências cognitivas que permitiram avançar mais nos conhecimentos de processamento da linguagem e na produção do conhecimento semântico, no passado, considerados somente pela linguística e pela filosofia da linguagem (Blumstein, 2009).

Atualmente, os estudos que se concentram em sistemas da linguagem procuram mostrar o núcleo das redes da linguagem.

Inicialmente, Poeppel e Hickok (Poeppel & Hickok, 2004) abordaram várias questões como a especificidade linguística e a localização mais refinada no cérebro e nos padrões de conectividade. Posteriormente, vários modelos foram estabelecidos, compreendendo as regiões auditivas, fonológicas e lexicais no lobo temporal, que se ligam à Área de Broca e ao Córtex Pré-Motor (P-MC) no Lobo Frontal por meio de vias lexicais ventrais e articulatórias-fonológicas-sintáticas dorsais (Skeide & Friederici, 2016).

Como alternativa à consideração de áreas específicas do cérebro como os módulos adicionais para o processamento da linguagem, a perspectiva de redes distintas, mais ou menos elementares, podem ser consideradas como um todo. Essas redes podem incluir os aspectos conceituais, como as representações de objetos específicas da modalidade e as estruturas de memória, os aspectos executivos implementais, como o planejamento de ações, e aspectos do controle cognitivo, facilitando a comunicação entre as redes conceituais e executivas (Wig, 2017). As redes segregadas podem servir a várias funções específicas ou de domínio geral, como o controle cognitivo, o processamento afetivo-emocional, a cognição social ou até a teoria da mente (Wig, 2017).

Como advertência é preciso salientar que a conectividade funcional é investigada principalmente no nível macroscópico usando os dados de fRMI ou dados eletrofisiológicos indicando a ativação correlacionada de duas ou mais regiões cerebrais. Aqui, não é abordado importantes questões subjacentes aos estados funcionais como a base arquitetônica neurorreceptora da rede linguística, os modelos de oscilações neuronais que formam as assembleias de neurônios que agem sincronizadas/dessincronizadas em concerto e como a informação é codificada para a transmissão (esse tópico é considerado na seção 6 do capítulo 3 intitulado “Apêndice”), mas somente os tópicos da conectividade funcional e os circuitos neurais da linguagem que são importantes para tratar das redes da linguagem de larga-escala.

5.6.1 Conexões Funcionais na Rede Padrão da Linguagem (*Default Language Network*)

A dinâmica cerebral é frequentemente avaliada pela conectividade funcional e os métodos que avaliam a conectividade funcional quantificam a sincronicidade das alternâncias de carga/descarga neuronal em redes cerebrais locais e remotas, usando as fontes de dados diretas (eletroencefalografia ou magnetoencefalografia) e indiretas (ressonância magnética funcional). *A conectividade funcional refere-se aos mapas de oscilações cerebrais sincrônicas em regiões cerebrais*. Esses mapas indicam quais regiões do cérebro trabalham juntas sem fornecer as informações sobre a direção do fluxo de dados entre as regiões (Fox & Raichle, 2007). Este método tem sido usado para analisar a conectividade funcional entre as regiões cerebrais sob o *princípio de conectividade eficaz* que permite determinar o *fluxo de informações* entre as regiões definidas na rede de linguagem neural. *O método da conectividade eficaz (ECM) refere-se às abordagens matemáticas estatísticas para avaliar a direção do fluxo de dados de uma região para outra na rede neural* (Friston et al., 2003).

Existem duas maneiras de usar os dados de ressonância magnética funcional como base para a análise de conectividade funcional. Uma abordagem utiliza os dados de ressonância magnética funcional em estado de repouso coletados quando os participantes estão "em repouso", ou seja, não envolvidos em uma tarefa. No entanto, a fim de tornar esses dados relevantes para a questão da rede de *linguagem funcional*, esses dados são geralmente *correlacionados* com os *dados de processamento de linguagem comportamental* recolhidos de forma independente. A segunda abordagem utiliza os *dados* de ressonância magnética funcional *corelacionados* com as *tarefas*, por exemplo, de estudos de linguagem, mas separa a ativação relacionada com a condição e utiliza apenas os dados restantes para análise. Ambas as abordagens quando combinadas com dados comportamentais de linguagem pode fornecer dados valiosos sobre a conectividade funcional entre as diferentes regiões do cérebro na rede linguística (Friederici, 2011).

- **Conectividade funcional em estado de repouso:** Esta abordagem é baseada na descoberta de que o sinal BOLD de baixa frequência (<0,1 Hz), adquirido em uma condição de repouso livre de tarefas, indica as atividades coerentes dentro das principais redes cognitivas do cérebro (Fox & Raichle, 2007). Considera-se que essas flutuações espontâneas de baixa frequência refletem os processos cognitivos irrestritos durante o estado de repouso (Buckner et al., 2008).

A correlação entre a *conectividade funcional da rede linguística* e o *estado de repouso da ressonância magnética funcional* pode ser feita indiretamente, definindo as regiões conhecidas por estarem funcionalmente envolvidas no processamento da linguagem como as regiões de interesse para as análises de conectividade funcional. Pode então ser avaliado quando as outras regiões do cérebro apresentam um curso de tempo de ativação semelhante, indicando por sua vez a conectividade funcional. Além disso, a *conectividade funcional do estado de repouso* pode ser *correlacionada* com as *tarefas comportamentais de linguagem* conduzidas de forma independente nos mesmos participantes, a fim de determinar a sua relevância para a linguagem (Friederici, 2011).

Um estudo (Bernal et al., 2015) identificou a conectividade funcional em estado de repouso livre de tarefas na área de Broca e na área de Wernicke, incluindo as regiões pré-frontais e parietais, bem como as regiões subcorticais, como as partes dos gânglios da base e do tálamo, nas quais, a reunião de dados de 84 experimentos mostraram que a ativação da área de Broca em tarefas de linguagem revelou a conectividade funcional da área de Broca com o opérculo frontal esquerdo, a região temporal posterior esquerda, o lobo parietal, bem como a área motora suplementar, em outras palavras, aquelas regiões componentes da rede linguística que já foram discutidas como suporte ao processamento de linguagem. Um outro estudo do estado de repouso (Xiang et al., 2010) revelou dados de três sub-regiões das regiões maiores de Broca, a saber, *pars opercularis* (BA 44), *pars triangularis* (BA 45) e *pars orbitalis* (BA 47), que se conectam às três sub-regiões temporais, isto é, giro temporal superior posterior e giro temporal médio, giro temporal médio posterior inferior, giro temporal inferior posterior. Desse modo, esses achados sugerem uma conectividade intrínseca entre as áreas de linguagem frontal e temporal.

Complementarmente, há outro modo de obter os dados de flutuação de baixa frequência independentes de tarefa que é baseada no conhecimento que, mesmo durante fMRI dependente de tarefa, apenas cerca de 20 % da ativação é explicada pela tarefa específica, embora os outros 80 % da flutuação de baixa frequência é não relacionado (Lohmann et al., 2010). Tais resultados apontaram para uma rede de linguagem padrão no córtex perisilviano esquerdo e a área esquerda de Broca também revelaram uma conectividade funcional com o giro temporal superior posterior esquerdo (Friederici, 2011). Assim também, um estudo (Tomasi & Volkow, 2012) com mais de 900 participantes e 20 tipos diferentes de línguas, apontou uma extensão para além das áreas de Broca e Wernicke envolvendo uma extensa rede incluindo as regiões corticais pré-

frontais, temporais e parietais, bem como, as estruturas subcorticais (gânglios da base e núcleo subtalâmico). Desse modo, os resultados mostraram uma semelhança impressionante da conectividade funcional do estado de repouso em diferentes sítios no cérebro, mesmo para os indivíduos de diferentes origens linguísticas nativas, assim, sugerindo uma certa generalidade da rede neural intrínseca.

- **Conectividade funcional dependente de tarefas de linguagem:** Em contraste com um grande número de estudos de conectividade funcional em estado de repouso, apenas alguns estudos enfocam a conectividade funcional baseada em funções de linguagem dependentes de tarefas. Uma maneira de investigar a conectividade funcional entre as regiões cerebrais funcionais predefinidas é chamada de "Análise de Interação Psicofisiológica" (Friston et al., 1997). Essa é uma técnica "*Multiregression*" para detalhar quais as regiões de interesse interagem com base em fMRI. Em tarefas compreensão de frases (Makuuchi et al., 2009), duas regiões de interesse no córtex frontal inferior, uma (área de Brodmann 44) que variava em função da complexidade sintática (frases incorporadas) e outra (sulco frontal inferior-IFS) que variava em função da distância entre os elementos dependentes (sujeito-substantivo e verbo em representações simbólicas) cooperam para alcançar a compreensão da frase.

O ECM, utilizado para determinar a *direção do fluxo de informações* nas áreas ativadas reveladas pela ressonância magnética funcional, tem sido frequentemente utilizado na neurociência cognitiva, por meio da Modelagem Causal Dinâmica (DCM) (Friston et al., 2003), em *tarefas de linguagem*. O DCM foi útil para catalogar alguns dados de linguagem de fRMI, tanto no nível de processamento de texto (Heim et al., 2009) quanto no nível de processamento de frases (Makuuchi & Friederici, 2013). Os estudos sobre o processamento de sentenças são de particular interesse aqui. Em um estudo (Makuuchi & Friederici, 2013) de DCM se analisou os dados de uma tarefa de leitura que também variou a complexidade sintática das sentenças. Neste estudo foram identificados quatro grupos de ativação: a Área de Brodmann 44; o Sulco Frontal Inferior (no córtex frontal); o Córtex Parietal Inferior e; o Córtex Temporal (o Giro Temporal Médio).

Tal modelo indicou um fluxo de informação *bottom-up* do giro fusiforme (visto que era uma tarefa de leitura, uma área visual deve ser ativada) através do sulco parietal inferior (IPS) (conhecido como sistema de memória de trabalho fonológica) para o sulco

frontal inferior (IFS) (conhecido como sistema de memória de trabalho sintática). E o mais interessante é que a informação do giro frontal inferior flui de volta para o córtex temporal posterior, através de dois fluxos de processamento, como uma conexão funcional direta do BA 44 (conhecido por processar a estrutura sintática hierárquica) para o giro temporal médio e como uma conexão indireta do IFS, através do córtex parietal inferior, até o giro temporal médio. Assim, parece que, durante a compreensão de sentenças sintaticamente complexas, os sistemas de memória de trabalho no sulco frontal inferior e no sulco parietal inferior entram em ação. Este estudo proveu evidência de modelagem de que a informação flui do giro frontal inferior de volta ao córtex temporal posterior através da via dorsal. Esses achados são indicativo de um mapeamento retroativo do giro frontal inferior ao córtex temporal (Fiederici, 2011).

A questão mais difícil parece ser saber como essas áreas da linguagem funcionam juntas. Um estudo (Matsumoto et a.l, 2004) com pacientes epiléticos submetidos à monitorização invasiva com eletrodos subdurais para cirurgia de epilepsia, mostrou os potenciais evocados na parte média e posterior do giro temporal superior, no giro temporal médio e no giro supramarginal. A estimulação da área posterior da linguagem suscitou potenciais cerebrais na área de Broca, porém com respostas menos definidas nesta região. Este estudo foi o primeiro a demonstrar esta conectividade inter-áreas no sistema de linguagem humana *in vivo* usando potenciais evocados eletrocorticais. A hipótese é que o fascículo arqueado como a possível fibra que medeia a ativação para prosseguir da área de Broca para a região temporal posterior

Desse modo, a conectividade funcional é investigada principalmente no nível macroscópico usando os dados de fRMI ou dados eletrofisiológicos indicando a ativação correlacionada de duas ou mais regiões cerebrais. Tais estudos acima, que utilizaram esses métodos, conseguiram mostrar que a área de Broca e o córtex temporal posterior trabalham juntos, como se fossem *clusters* que se expandem para uma miríade de áreas cerebrais formando extensas redes (Friederici, 2011).

5.7. O Circuito Neural da Linguagem

O circuito da linguagem envolve processos de *botton-up*, orientados por *inputs*, e termina com processos controlados *top-down*. Os *processos ascendentes*, orientados por *inputs*, procedem do córtex auditivo para o córtex temporal anterior superior e daí para o córtex pré-frontal, enquanto os *processos descendentes*, controlados e preditivos, vão do córtex pré-frontal de volta ao córtex temporal, e juntos são propostos para constituir o *circuito cortical da linguagem*.

5.7.1. Processos *botton-up* no córtex temporal: da percepção auditiva a palavras e frases

A etapa inicial do processo de compreensão auditiva da linguagem é a percepção auditiva. A análise acústico-fonológica e o processamento dos fonemas são realizados na porção média esquerda do giro temporal superior ($_{M}STG_{L}$) lateral ao giro de Heschl, que abriga o córtex auditivo primário (Obleser, et al., 2007). O processamento das palavras apresentadas auditivamente está localizado em uma região anterior ao giro de Heschl, no giro temporal superior esquerdo ($_{A}STG_{L}$). Esta região tem sido considerada como a área onde ocorre o processamento das formas auditivas das palavras, ou seja, a forma fonológica de uma palavra (Cohen et al., 2004). Evidências neurofisiológicas sugerem que o reconhecimento do status lexical de uma forma de palavra (palavra vs. pseudopalavra) é ultrarrápido (50-80 ms) (Macgregor, et al., 2012), assim como a resposta inicial a uma categoria sintática de palavra erro (40–90 ms) (Herrmann et al., 2011), que pode ser devido ao reconhecimento de uma forma morfológica específica de palavra. Análises de fontes magnetoencefalográficas (MEG) relataram que o efeito de reconhecimento de palavras muito precoce é apoiado por fontes perisilvianas esquerdas e pelo lobo temporal direito (Macgregor et al., 2012).

Considerando que houve a identificação da forma fonológica da palavra, as informações sintáticas e semânticas devem ser re-processadas mais à frente. Isso quer dizer que as palavras pertencem às classes específicas de palavras e de categorias também específicas. Tais informações sobre a categoria sintática de uma palavra permitem a construção inicial de frases sintáticas. Com base em dados neurofisiológicos (Shtyrov et al., 2003), esses processos de construção de estrutura de frase foram localizados no córtex temporal anterior superior aproximadamente 120-150 ms após a informação da categoria de palavras estar disponível como um processo sintático automático inicial.

O envolvimento do giro temporal ântero-superior foi relatado em estudos de ressonância magnética funcional usando paradigmas de violação sintática (Friederici et al., 2003), e foi proposto que esses processos podem ser rápidos, uma vez que, os modelos de diferentes estruturas simbólicas, por exemplo, frase determinante, frase preposicional e assim por diante, representados no giro temporal superior anterior/sulco temporal superior, estão disponíveis automaticamente assim que o núcleo frasal, por exemplo, o determinante, a preposição, é encontrado. Assim, opera um gradiente posterior-anterior observado do córtex auditivo primário ao giro temporal superior anterior/sulco temporal superior, indo dos fonemas às palavras e às frases, que encontra apoio em uma meta-análise recente (Dewitt & Rauschecker, 2012).

O processamento de informações semânticas de palavras isoladas é abordado em uma ampla variedade de literatura (Patterson et al., 2007). Neste aspecto, são importantes o acesso léxico-semântico e os processos de integração necessários à compreensão das frases. O acesso léxico-semântico ocorre rapidamente, ou seja, aproximadamente 110-170 ms após o ponto de reconhecimento da palavra, enquanto se presume que o conhecido efeito N400 (350-400ms) reflete os processos controlados (Macgregor et al., 2012). No contexto sentencial, esses efeitos de contexto léxico-semântico, provocados por palavras de baixa probabilidade de *cloze* em comparação com as palavras de alta probabilidade de *cloze*, são geralmente relatados entre 350 e 400 ms, começando em 200 ms (Binder et al., 2009). Em estudos de ressonância magnética funcional, os processos léxico-semânticos têm sido observados principalmente no segmento giro temporal médio e incluem também os córtices de associação no hemisfério esquerdo e direito (Binder et al., 2009). No entanto, os processos semânticos no nível das sentenças parecem ser mais difíceis de localizar: implicando o lobo temporal, bem como o córtex temporal posterior e giro angular (Obleser et al., 2007). A função específica das regiões cerebrais anterior e posterior nos processos semânticos ainda é uma questão de debate (Patterson et al., 2007).

Por fim, considerando que o lobo temporal anterior parece estar envolvido no processamento de informação sintática e semântica no nível das sentenças, a função desta área tem sido discutida como refletindo os processos combinatórios gerais (Hickok & Poeppel, 2004). Isso é relevante, pois esses processos são uma etapa necessária para a construção posterior da estrutura frasal, bem como para o processamento semântico. Assim, tanto a informação sintaticamente relevante quanto a informação semântica

podem ser transferidas do giro temporal anterior superior para o córtex frontal inferior para cálculos de ordem superior.

5.7.2. Nível intermediário (do córtex temporal para o frontal) de computação simbólica

Para posterior processamento da linguagem, a informação deve ser transferida do córtex temporal para o córtex frontal inferior, onde ocorrem as próximas etapas de processamento. Os processos sintáticos e semânticos envolvem o córtex frontal inferior, que possui segregação quanto à citoarquitetura e receptorarquitetura (Amounts & Von Cramon, 2006). Nesse sentido, no córtex frontal inferior, o opérculo frontal e a pars opercularis (BA 44) parecem estar correlacionados aos processos sintáticos, e a pars triangularis (BA 45) e a pars orbitalis (BA 47) parecem se correlacionar aos processos semânticos.

O processamento trabalha com os aspectos estruturais de ordem superior da sintaxe para criar as relações gramaticais entre as diferentes frases, a partir do giro temporal anterior e superior para opérculo frontal e pela porção mais ventral do BA 44. Um estudo (Zaccarella & Friederici, 2015) mostrou que o opérculo frontal está envolvido na montagem de palavras independente de qualquer estrutura sintática e que a porção mais ventral do BA 44 opera na construção de hierarquias sintáticas, mesmo no nível mais baixo da hierarquia. Quando ocorre o envolvimento de hierarquias sintáticas complexas como para as sentenças com uma estrutura de superfície não usuais (por exemplo, uma sentença com o objeto inicialmente), a reordenação dos componentes frasais é alcançada apoiada pela área de Broca no giro frontal inferior (Friederici, 2011). Neste caso, a complexidade sintática implica na ativação da área de Brodmann 44 e na porção posterior de BA 45, especificamente, a reordenação de frases envolve a pars opercularis ($_{OPER}$IFG/BA 44), enquanto a re-computação de estruturas que são mescladas de partes subordinadas da frase recruta a porção posterior de BA 45 na fronteira com BA 44 (Friederici, 2011).

Quanto aos aspectos semânticos das sentenças, o sistema de processamento agora tem que lidar com o ajuste semântico e temático entre as diferentes representações simbólicas nominais e verbais. Desse modo, tais aspectos ativam as porções mais anteriores do IFG, detalhadamente, a área de Brodmann 47 e a porção anterior de BA 45

para os processos lexicais (Newman, et al., 2010) e para o caso de exame do contexto semântico das sentenças (Obleser, et al., 2007; Newman et al., 2010).

Para que isso ocorra, há conexões estruturais que transferem a informação com base na qual estes cálculos sintáticos e semânticos do córtex temporal anterior para o córtex frontal inferior, especificamente, o IFG (Hickok & Poeppel, 2004). Desse modo, há dois tratos de fibras ventrais que conectam o córtex temporal e frontal, por um lado, o fascículo uncinado, que conecta o $_{OPER}$IFG com o córtex temporal anterior e o polo temporal e, por outro lado, o fascículo fronto-occipital inferior ($_{I}$FOF) que liga as áreas de Brodmann 45 e 47 localizadas com o córtex temporal e occipital (Weiller et al., 2011). A informação semântica parece ser transferida do córtex temporal para a porção anterior do giro frontal inferior através da via ventral através do $_{I}$FOF para BA 47 e BA 45, ao passo que, a informação sintática parece ser transferida do giro temporal anterior superior/superior sulco temporal ao opérculo frontal também através de uma conexão ventral e daí para BA 44, onde ocorrem cálculos sintáticos de ordem superior (Weiller et al., 2011). Com base nisso, há uma rede têmporo-frontal de processamento sintático modelada para envolver, primeiramente, o giro temporal anterior superior e a porção posterior da área de Broca (BA 44) e mediada ventralmente pelo opérculo frontal. Supõe-se que o sistema ventral de processamento semântico envolva o giro temporal médio, o lobo temporal anterior e a porção anterior da área de Broca (BA 45) (Hickok & Poeppel, 2004; Friederici, 2011; Weiller et al., 2011).

5.7.3. Processamento computacional simbólico *top-down*: do córtex frontal inferior ao córtex temporal

Levando em conta que o córtex temporal posterior suporta a integração semântica/sintática final em frases e sentenças (Newman et al., 2010; Friederici 2011), então essa área recebe a entrada do BA 44 (pares operculares, parte da Área de Broca) como a região de sintaxe central (Friederici 2011), de regiões semânticas (Vigneau et al., 2006), ou seja, as áreas BA 45 (pares triangulares da Área de Broca) ou BA 47 (Giro Prefontal Inferior) (Newman et al., 2010) e BA 39 (o Giro Angular, considerado como parte da Área de Wernicke) (Obleser et al., 2007).

Quanto ao processamento sintático na compreensão de sentenças sintaticamente complexas relacionadas às ativações de $_{OER}$IFG/BA 44 e no córtex temporal posterior, os resultados apontaram que BA 44 desempenha um papel particular na criação de hierarquias sintáticas de estrutura simbólica à medida que uma frase é processada (Friederici et al., 2006).

Argumentou-se na exposição da hipótese de trabalho sobre a ligação entre a memória de trabalho e o sistema cognitivo computacional de processamento linguístico, o que torna evidente a relevância da presente exposição. Para isso, *um argumento interessante postula que a área BA 44 tem papel importante na operação das estruturas sintáticas hierarquias*, então o processamento de sentenças sintaticamente complexas requer suporte da memória de trabalho (WM), em particular do sistema de memória de trabalho fonológica (*Phonological loop*) sugerido no capítulo 1, seção 6, localizado no córtex frontal (BA 46 ou $_{DL}$PFC) (Goldman-Rakic, 1995; Petrides, 1995; Owen, 1997; Badre & Wagner, 2007) e parietal (Smith et al., 1998). A ideia é que ocorre a re-ordenação sintática das estruturas de uma frase localizada em BA 44, e que o processamento fonológico, a memória de trabalho durante o processamento de frases está localizada no córtex frontal e estende-se em uma rede que envolve o córtex parietal (Meyer et al., 2012). Adicionalmente, *a conexão estrutural necessária entre essas regiões é fornecida por partes do fascículo longitudinal superior e do fascículo arqueado* (Meyer et al., 2012). Uma função importante do IFG posterior pode ser fornecer previsões sintáticas e semânticas sobre a informação que chega em uma frase ao córtex temporal, especificamente, no giro temporal superior posterior/sulco temporal superior (Meyer et al. 2013).

Sobre o processamento semântico, a ativação do giro angular é relatada para a frase quanto a previsibilidade semântica de uma palavra, dado que o contexto da frase anterior é alto (Obleser et al., 2007). Quando a integração semântica é complexa, quando há frases em que a relação entre um verbo e o seu objeto direto é baixa (quando a expectativa é baixa), então o giro temporal superior posterior/sulco temporal superior é ativado, consequentemente, o giro temporal superior posterior/sulco temporal superior é frequentemente relatado como coo-variando com a BA 44 (Obleser & Kotz, 2010), enquanto o giro angular frequentemente coo-varia com a porção anterior esquerda do giro frontal inferior (BA 47) e com os giros frontal superior lateral esquerdo e medial (Obleser et al., 2007; Obleser & Kotz, 2010).

Em síntese, do ponto de vista funcional, os processos semânticos, além do nível da codificação da palavra, podem depender, parcialmente, de uma rede semântica baseada na via ventral e em partes da via dorsal (Obleser et al., 2007), não obstante, as expectativas baseadas na sintaxe da relação verbo-estrutura podem envolver principalmente a via dorsal (Obleser & Kotz, 2010). Desse modo, o processamento sintático das estruturas simbólicas que podem implicar comparações entre a frase verbal correta e a incorreta e a ativação do giro temporal superior posterior/sulco temporal superior tem apoio na literatura (Friederici et al., 2003).

Do ponto de vista estrutural, os processos de previsão *top-down*, que concernem às informações sintáticas anteriores sobre as classes específicas de palavras, fazem essa transferência através da via dorsal que conecta o giro frontal inferior posterior ($_{P}$IFG) ao córtex de integração temporal posterior, através do fascículo longitudinal superior/fascículo arqueado, seja por meio de uma conexão dorsal direta ou de uma conexão dorsal indireta, mediada pelo córtex parietal (Catani et al., 2005). Complementarmente, para tentar averiguar se o fluxo de informação é válido, um estudo (Makuuchi & Friederici, 2013) de Modelagem Causal Dinâmica (DCM) testou a aplicação de leitura variando a complexidade sintática das sentenças e isso mostrou um fluxo de informações *top-down* do giro frontal inferior para o córtex posterior, como uma conexão funcional direta da área de Brodmann 44 e como uma conexão indireta do sulco frontal inferior (IFS) através do córtex parietal inferior.

Por fim, a informação semântica é entregue ao córtex temporal posterior para integração por duas vias: (1) o processamento semântico depende da transferência das áreas de Brodmann 47/45, através da via ventral (*Extreme Capsule Fiber System*-ECFS) até o córtex temporal posterior com as informações adicionais coletadas do sistema léxico-semântico no giro temporal médio pelo fascículo longitudinal médio (Saur et al., 2008) e; (2) a informação semântica que é processada no BA 47/45 é integrada com a informação sintática do BA 44/45 no giro frontal inferior (Hagoort, 2005). Neste caso, a informação semântica é levada, através do fascículo longitudinal superior/fascículo arqueado, para o giro angular e o córtex temporal posterior.

5.8. Redes Funcionais de Larga Escala

A seguir, com base na apresentação prévia de um conjunto de estudos que catalogaram as principais redes cerebrais envolvidas na linguagem, algumas dessas estruturas são apresentadas, cada uma contendo uma ou mais regiões do cérebro que foram abordadas nas subseções da seção 6 do capítulo 1 e seção 5 do capítulo 2, na qual, se falou sobre a relação das redes cerebrais com a cognição e a linguagem, por exemplo, *as redes fronto-parietais, a DMN, a DAN e a Memória de Trabalho e a Atenção Seletiva*. Tais redes podem compreender aspectos conceituais, como as representações de objetos e as estruturas de memória específicas da modalidade, os aspectos executivos de implementação, como o planejamento de ações, e os aspectos que mediam o controle cognitivo, facilitando a comunicação entre as redes conceituais e executivas. *Assim como aconteceu com as redes específicas da linguagem apresentadas precedentemente, as redes podem ser segregadas servindo às várias funções específicas ou de domínio geral, como o controle cognitivo, o processamento emocional-afetivo, a cognição social ou a teoria da mente.* Todas essas faculdades possuem interfaces com a linguagem atravessadas pelas funções de comunicação.

5.8.1. O Sistema Semântico

Enquanto a Rede Central da Linguagem (*Core Language Network*), conforme definida na seção 5 do capítulo 2, ficou restrita às funções fonológicas e léxico-sintáticas elementares, o processamento semântico, como um todo, compreende uma enorme rede profundamente incorporada de várias maneiras. Tal rede inclui os tipos de conhecimento do mundo baseados em conceitos e fatos e abrange várias áreas do cérebro, como as representações específicas da modalidade, as regiões sensório-motoras e os sistemas emocionais (Binder & Desai, 2011). Além disso, o que é designado como as "Zonas de Convergência" (*Convergence Zones*), em direção às categorias mais generalizantes e conceituais nas regiões temporal e parietal inferior, desempenham um papel importante para o processamento semântico, incluindo os sítios $_{DM}$PFC e pré-frontal inferior, controlando a ativação direcionada aos objetivos e à seleção das informações semânticas (Binder & Desai, 2011).

Ao que parece, este sistema possui três importantes características sobre a sua conectividade estrutural: (1) uma rede orbitofrontal-temporal-occipital de grande distância para codificar as propriedades de objetos; (2) um módulo frontal-subcortical médio e inferior servindo de controle executivo do processamento semântico e; (3) um módulo temporal medial com uma interface para a memória episódica (Fang et al., 2015). Sobre a representação de objetos, o sistema semântico envolve áreas corticais de módulos sensoriais e sensório-motores para as áreas multimodais (Hutenberg et al., 2018) e, sobre a representação de conteúdos na memória, há um *overleping* de sistemas de memória hipocampais e frontais para consolidar, manipular e recuperar as memórias (Cooper & Rictchey, 2019).

Outro estudo (Xu et al., 2017) apresenta um modelo alternativo: (1) um "Sistema de Suporte de Linguagem" perisylviano, parcialmente sobreposto com a rede de linguagem principal; (2) um "Sistema Experiencial Multimodal" também tratado como a "DMN da linguagem" integrando o conhecimento baseado em experiência de várias modalidades e; (3) uma Rede Frontoparietal Esquerda como um sistema de controle semântico (Xu et al., 2017). Funcionalmente, essas três redes estão ligadas em regiões centrais, compreendendo o lobo temporal anterior, giro temporal médio posterior, sulco intraparietal posterior, giro angular e partes dos giros frontais superior e médio (Xu et al., 2017). De modo geral, os sistemas de memória podem ser recrutados e temporariamente podem ser vinculados, mas também os subsistemas individuais podem ser expandidos ou diminuídos localmente, conforme as demandas de tarefas semânticas (Xu et al., 2017).

Pensando em um sistema de memória com múltiplos componentes, um sistema têmporo-parietal apresentaria uma organização relacionando muitos subcomponentes de acordo com uma análise estrutural e funcional: (1), primeiro, um sistema lateral que compreende o giro angular e o polo temporal superior que associa as representações semânticas do mundo externo no córtex têmporo-parietal à representação de conceitos no lobo temporal anterior; (2) em segundo lugar, um sistema medial, ligando o córtex retrosplenial, uma subestrutura dos PMC, ao para-hipocampal que parece estar relacionado à DMN e aos processos de memória, à percepção endógena e à tomada de perspectiva em primeira pessoa (Jouen, et al., 2018). Por fim, a conectividade estrutural do lobo temporal medial tem uma importante estrutura, o fascículo longitudinal, que está conectado ao giro angular. Esta conexão estrutural anterior-posterior parece fazer parte

de uma rede maior que inclui áreas mediais do PFC ligadas à semântica-social e à compreensão no contexto de uma teoria da mente (Lin et al., 2018).

5.8.2. O Sistema de Demanda Múltiplo

O "Sistema de Demanda Múltipla" (MDS) representa uma rede fronto-parietal de domínio geral para controlar todos os tipos de ações, incluindo um controle cognitivo superior da comunicação da linguagem. Sua atividade se correlaciona com a inteligência geral (Duncan, 2010). Algumas regiões centrais bilaterais do MDS foram listadas, compreendendo partes do PFC inferior, médio e orbitofrontal, do giro pré-central, da ínsula, da área motora suplementar, do córtex cingulado anterior (ACC) e do córtex parietal inferior e superior (Crittenden et al., 2016). Dentro desta rede, dois subsistemas foram distinguidos, uma parte frontoparietal relacionada às regras de tarefas, compreendendo o $_{DL}$PFC, a junção frontal inferior e o sulco intraparietal, e uma parte cíngulo-opercular relacionada ao processamento de saliência, compreendendo o ACC, a ínsula e córtex pré-frontal anterior ($_{A}$PFC) (Crittenden et al., 2016). Ademais, o MDS parece estar envolvido em tarefas de requisitos de memória e aprendizado de línguas e uma rede particular que se sobrepõe ao MDS foi delineada para o controle da linguagem em falantes bilíngues, compreendendo as partes dorsal e ventral do lobo frontal, o córtex parietal, as áreas subcorticais e as regiões cerebelares (Wu et al., 2019).

Tomando em conta o princípio de conectividade, a MDS abrange três partes cruciais: (1) uma parte subcortical relacionada à percepção e à ação automática; (2) uma parte do lobo frontal relacionada à atenção, à linguagem, à memória de trabalho e à percepção e; (3) por fim, uma DMN compreendendo a junção frontal inferior, o sulco parietal inferior, o córtex pré-motor dorsal e o giro temporal inferior esquerdo, servindo, entre outros, às funções executivas, como o raciocínio e o planejamento, e algumas funções de linguagem (Ferbinteanu, 2019) . Em particular, na MDS, o $_{DL}$PFC serve como um link para conectar várias outras redes e sistemas de memória (Ferbinteanu, 2019).

5.8.3. A Rede de Modo Padrão (DMN) e o *Self-Processing*

A rede de modo padrão (DMN) foi originalmente descrita como um conjunto de áreas cerebrais que são desativadas em vez de ativadas quando os indivíduos precisam realizar várias tarefas (Raichle et al., 2001). A ativação da DMN ocorre quando os indivíduos estão lidando com processamento endógeno, considerando a memória autobiográfica, simulando o futuro ou assumindo as perspectivas dos outros. Esse sistema parece ser distinto tanto do sistema de linguagem central quanto do sistema de demanda múltipla (Raichle, 2015). Numa perspectiva neuroanatômica, a DMN compreende o lobo temporal medial, para o processamento de memória, o $_{M}$PFC, para as simulações mentais relevantes ao *self*, e o córtex cingulado posterior (PCC) integrando esses dois processos (Raichle, 2015). Além disso, o giro angular (ou pelo menos parte dele) foi atribuído ao DMN, como uma área central supramodal com várias funções relevantes para o processamento da linguagem no contexto, mas que também são ativas no caso de mentalização interna quando as pessoas estão não engajadas em tarefas positivas (Raichle, 2015).

Além da atividade durante os processos endógenos, a DMN parece ser particularmente ativa durante a simulação incorporada dos estados físicos e mentais de outra pessoa para fins de cognição social (Molnar-Szakacs & Uddin, 2013). Em relação às funções de linguagem, as tarefas de linguagem que requerem acesso às memórias episódicas e semânticas parecem envolver a DMN (Binder et al., 2009). Assim, o DMN parece estar envolvido em simulações *top-down* baseadas em memória, preferencialmente processando itens relacionados ao *self* em vez de representações de itens oriundos da percepção externa (Xu et al., 2017).

5.8.4. Sistema de Teoria da Mente

A teoria da mente (ToM) refere-se à capacidade de compreender as mentes dos outros (Siegel & Varley, 2002) compreendendo os componentes afetivos e os cognitivos (Westby, 2014). Do ponto de vista neuroanatômico, esta é uma rede amplamente bilateral que compreende a junção temporo-parietal (TPJ), as partes mediais do lobo temporal, o polo temporal, as partes do $_{M}$PFC e o precuneus, outra estrutura do PMC (Wellman, 2018), além dos circuitos cérebro-cerebelares (D'mello & Stoodley, 2015). Funcionalmente, sobre a linguagem, o sistema ToM está envolvido no processamento pragmático quando os significados específicos de indivíduos ou situações devem ser

derivados, quando as inferências devem ser feitas, conforme necessário para entender as solicitações indiretas (Van Ackeren et al., 2012). Adicionalmente, a rede ToM e a rede do sistema semântico podem atuar juntas na compreensão linguística envolvendo outros (Paunov et al., 2019).

5.8.5. Rede de Saliência

Outra rede que é relevante para algumas tarefas de linguagem é a Rede de Saliência (SN), envolvida em alguns aspectos do controle cognitivo, integrando a entrada sensorial em relação à saliência, em termos de relevância consciente ou não-consciente, a fim de orientar a atenção e recrutar os recursos cerebrais para as possíveis respostas (Uddin, 2015). De alguma forma, a rede de saliência representa a "intensidade da experiência" (Uddin, 2015). Do prisma neuroanatômico, a SN compreende várias partes da ínsula, córtex cingulado anterior (ACC) e as alças subcorticais para integrar os vários tipos de sinais de entrada (Uddin, 2015). Em relação à conectividade com outros sistemas, a rede de saliência pode ser dinamicamente ligada ao $_{M}$PFC para as respostas direcionadas internamente e ao $_{DL}$PFC para ações direcionadas externamente (Uddin, 2015). Em relação ao processamento de linguagem, a rede de saliência foi considerada relevante, por exemplo, para a memória de trabalho e a compreensão narrativa (Twait et al., 2018) e em funções da linguagem em pacientes afásicos (Brownsett et al., 2014).

5.9. Alguns *Insight* acerca dos Modelos de Redes de Correlação Funcional

Como relato final provisório desta subseção, tanto as redes de linguagem que compreendem as regiões cerebrais individuais, quanto as redes inteiras ligadas aos vários aspectos da comunicação parecem ser relevantes. Em resumo, aqui, foi falado em: (1) *uma rede de sistema semântico* para o processamento sensório-motor (por exemplo, para a representação de objetos), para a consolidação-evocação de memórias semânticas e de experiências, para o controle cognitivo das representações linguísticas e para os sistemas semântico-sociais; (2) *uma rede geral de domínio* para o controle cognitivo e atencional para iniciar o processo de comunicação, mantê-lo fluente e interromper a atividade em

andamento em caso de detecção de erro; (3) *uma DMN* para os sistemas de memória não-verbal que são construídos durante as estruturas de linguagem narrativa e que pode ser usado para a inferência pragmática e a verificação de plausibilidade; (4) *uma rede para ToM,* cuja as funções da teoria da mente gerenciam a identidade do sujeito, as atitudes, as crenças, as intenções e a tomada de perspectiva; (5) *uma rede de saliência* para o processamento da intensidade das experiências, ou seja, as emoções, a valência, a excitação, e a ênfase.

Adicionalmente, as subseções acima mostraram que *a rede cerebral da linguagem está ligada às outras regiões do cérebro e redes inteiras de várias maneiras e que essa conectividade está relacionada a várias funções da fala e da comunicação linguística*. Em situações naturais, as áreas linguísticas centrais podem ser utilizadas como uma ferramenta ou módulo, mas todo o processo de comunicação, dependendo do seu objetivo e de funções específicas que excedem o domínio desta ferramenta em muitos aspectos. Tais aspectos podem compreender a interação social, a troca de conhecimentos ou o relato de uma experiência. Dependendo do propósito específico da ação comunicativa, a rede linguística está conectada às outras redes funcionais relacionadas àos vários domínios, como a teoria da mente e a interação social, as estruturas de memória não-verbal (por exemplo, no caso de recepção de texto coerente ou com violação de regras), uma representação mental lexical expandida do conhecimento do mundo (por exemplo, no caso de explicações), representações motoras (por exemplo, no caso de descrições verbais de ações motoras) ou o sistema afetivo (por exemplo, no caso de comunicação emocional ou respostas emocionais induzidas pela linguagem). Presumivelmente, muitas redes adicionais também estão ligadas ao sistema linguístico de uma forma específica para uma tarefa ou situação.

As descobertas de mais de duas décadas de estudos em *estado de repouso* (RSFC) convergiram para a existência de *um conjunto de redes cerebrais em grande escala* que são identificáveis e reproduzíveis em populações, conjuntos de dados e técnicas de análise (Damoiseaux, 2006). Estas incluem *redes sensoriais/motoras e redes cognitivas de nível superior*. A identificação destas redes como um princípio organizador da função cerebral provou ser uma estrutura indispensável para estudos que mapeiam a cognição para a função cerebral (Petersen & Sporns, 2015).

O cérebro humano é organizado em redes de grande escala identificáveis usando conectividade funcional de RSFC. Estas redes funcionais correspondem aos amplos domínios cognitivos; por exemplo, a rede de modo padrão (DMN) é acionada durante a cognição orientada internamente que permite as funções cognitivas como o pensamento social, a memória e a recompensa. Em resumo, *DMN é uma rede cerebral em grande escala composta principalmente pelo córtex pré-frontal medial dorsal, córtex cingulado posterior, precuneus e giro angular*. É mais conhecido por ser ativo quando a pessoa não está focada no mundo exterior e o cérebro está em repouso, como durante os sonhos e divagações mentais. Também pode estar ativo durante pensamentos detalhados relacionados ao desempenho de tarefas externas. Outras vezes em que o DMN está ativo incluem quando o indivíduo está pensando nos outros, pensando em si mesmo, lembrando-se do passado e planejando o futuro (Raichle, 2015).

Raichle (Raichle, 2015) observou que a DMN estava desativada em certas tarefas orientadas para objetivos e às vezes era chamada de rede de tarefa negativa (*task-negative network*), em contraste com a rede de tarefa positiva, apesar que hajam controvérsias quanto ela ser orientada para tarefas positivas e a rede de atenção dorsal (DAN) seja orientada exogenamente quando a atenção é voltada para a percepção externa (Spreng, 2012). Esta nomenclatura é parcial, porque a rede pode ser ativa em tarefas cognitivas conceituais e orientadas para objetivos internos. Foi demonstrado que o DMN está negativamente correlacionado com outras redes no cérebro, como as redes de atenção de saliência e DAN, na qual, a rede de saliência tem uma função importante na troca entre as redes. Além da rede de saliência ter sido implicada na detecção e na integração de estímulos emocionais e sensoriais, ela também atua na modulação da mudança entre a cognição dirigida internamente da rede de modo padrão e a cognição dirigida externamente da rede executiva central (Udin et al., 2019).

Como há resultados que relacionam a DMN às áreas de compreensão social dos outros, como a percepção emocional, a empatia, a teoria da mente e até a moralidade (Li et al., 2014), se indaga se a DMN poderia estar correlacionada à linguagem. A DMN possui sub-redes que correspondem aos padrões de atividade cerebral durante tarefas cognitivas (Gordon et al., 2020). Algumas sub-redes assemelhavam-se aos circuitos cerebrais envolvidos em funções específicas do *default* e outros vincularam a rede padrão a outras redes grandes. Em resumo, este estudo descreve um conjunto de circuitos cerebrais dentro das redes padrão de seres humanos individuais (Gordon et al., 2020).

Um estudo (Gordon et al., 2020), com base em 10 participantes neurotípicos em estado de repouso, tentou discriminar as funções cognitivas específicas que correspondam às estruturas hierárquicas dentro das redes funcionais. O objetivo era estudar as sub-redes e os seus padrões de ativação em funções cognitivas e com funções de controle e linguagem. As sub-redes DMN exibem distribuições espaciais consistentes entre os participantes (Gordon et al., 2020).

Dentre as sub-redes, uma sub-rede parietal tinha representação relativamente grande no córtex parietal medial, representação de tamanho moderado no giro angular médio bilateral e representação pequena, mas consistente bilateralmente no córtex pré-frontal ventromedial anterior, giro frontal superior medial anterior, giro frontal superior lateral médio, sulco temporal anterior superior e lobo cerebelar ventral posterior. Adicionalmente, há uma sub-rede ventromedial que foi observada no córtex pré-frontal ventromedial e na amígdala e/ou hipocampo que, por vezes, se ligava fortemente à outra sub-rede, dita a sub-rede pregenual. Além disso, uma sub-rede do lobo temporal medial posterior (MTL) teve representação no córtex temporal medial posterior bilateral e no hipocampo caudal. Por fim, foi observado quatro subredes lateralizadas que abrangiam a fissura horizontal do cerebelo e exibiam consistência topológica substancial entre si e com a sub-rede parietal. As duas primeiras foram encontradas no giro angular anterior esquerdo e direito, giro frontal médio, giro frontal anterior e superior, giro temporal médio anterior e giro medial contralateral, e cerebelo posterior. As outras duas sub-redes laterais são mais dorsais que as duas sub-redes anteriores, sendo encontradas no giro angular dorsal esquerdo e direito, giro frontal póstero-lateral superior, giro frontal médio giro e cerebelo posterior lateral contralateral. Essas sub-redes são de interesse para a linguagem (Gordon et al., 2020).

Considerando que cada sub-rede DMN tem um engajamento mais forte ou fraco e funcionalmente diferencial dependendo da demanda da tarefa e que as redes linguísticas e frontoparietais estão ligadas às sub-redes DMN específicas, conforme a literatura (Andrews-hanna et al., 2010), a sub-rede parietal foi central exercendo controle dentro do DMN interagindo com as outras sub-redes, como as áreas temporais e as frontais (Gordon et al., 2020).

Assumindo que DMN tem vias ventrais e dorsais (Uddin et al., 2009) e núcleos de vínculos entre as vias (Doucet et al., 2011), os autores (Gordon et al., 2020) mostraram

que mais estruturas DMN-dorsais eram separáveis em dois pares de sub-redes lateralizadas no giro angular, no córtex temporal lateral e no giro frontal médio/superior. Com base nisso, a sub-rede parietal estava localizada no lobo posterior inferior bilateral, enquanto as sub-redes laterais estavam representadas no lobo posterior superior contralateral (em relação ao córtex), abrangendo a fissura horizontal. A sub-rede parietal estava fortemente ligada a outras sub-redes DMN e exibiu um papel central dentro da DMN de grande escala, sugerindo que pode coordenar a atividade das outras sub-redes. Por outro lado, as sub-redes anteriores laterais exibiram exclusivamente conectividade positiva com a rede linguística, enquanto as sub-redes dorsais exibiram exclusivamente conectividade positiva com a rede frontoparietal. Estes parecem ser circuitos específicos dentro da estrutura de rede do cérebro, servindo como conjuntos de *hubs* conectores, permitindo fluxos separados entre o DMN e as redes frontoparietal e linguística (Gordon et al., 2020).

Em resumo daquilo que foi tratado nesta seção, a *rede da linguagem*, segundo a maioria dos modelos sugeridos, foi conceituada em geral como uma *rede têmporo-parieto-frontal dinâmica* com as informações iniciais acionadas por entradas processadas de maneira *bottom-up*, do córtex auditivo até o córtex frontal ao longo da via ventral, com as informações semânticas atingindo o giro frontal anterior-inferior e as informações sintáticas atingindo o giro frontal póstero-inferior. Ao que parece, o giro frontal inferior anterior é capaz de mediar o acesso do processamento léxico-semântico controlado de modo *top-down* ao giro temporal médio e as previsões semânticas ao córtex temporal posterior através do córtex parietal. Supõe-se que o giro frontal inferior posterior apoia a hierarquização sintática das frases e as demais representações simbólicas como as previsões relacionadas ao processamento verbal através da via dorsal para o córtex temporal posterior, onde ocorre a integração de informações sintáticas e semânticas.

Assim, a relevância desse conteúdo é saliente para uma hipótese que pressupõe uma arquitetura cognitiva (a memória de trabalho e o sistema de mesclagem das estruturas simbólicas), uma abordagem informacional (quanto aos sistemas unimodais e heteromodais de processamento) e uma raiz neural aventada aqui nesta seção 5.

Seção 6

Memória de Trabalho, Consciência e Linguagem: um intercâmbio

A hipótese de trabalho compreende dois modos sobre como a consciência e a linguagem co-evoluem. Primeiramente, *a hipótese de trabalho diz respeito ao modo como o intercâmbio entre a WM, o sistema cognitivo-computacional e a consciência contribuíram para a evolução da linguagem* e, depois, *como a linguagem conferiu aumento de complexidade às formas de consciência de alta-ordem*. A meta desta seção final do capítulo 2 é prospectar esta questão que é o tema central da segunda parte desta hipótese de trabalho e do capítulo 3. *A hipótese CLEC propõe o mecanismo consciente funcionando como uma espécie de tradutor dos estados internos do organismo* (por exemplo, as expressões emocionais) *em estados externos por meio de representações extrínsecas*. Estas representações são de alta-ordem e são codificadas simbolicamente. Previamente, *tais representações são codificadas pelos subcomponentes da WM*, e depois, *por um sistema cognitivo-computacional que combina os símbolos lexicais formando as expressões linguísticas*. Estas expressões simbólicas podem ser cada vez mais complexas e descrevem, detalhadamente, um contexto interno ou do ambiente do organismo. Assim sendo, *um organismo pode se comunicar com outros organismos que possuem os mesmos sistemas, compreendendo a WM* (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b), *o Sistema Combinatorial Sintático* (Bolhuis et al., 2014), *e o Mecanismo da Consciência* para decodificar as expressões linguísticas e interpretá-las, usando o conhecimento relevante (um mecanismo simulador da mente dos outros) (Goldman & Sripada, 2005), para agir no ambiente e poderem adaptar-se da melhor forma (Pinker, 2010). O sistema sintático (Berwick et al., 2013) é manipulado, juntamente com as funções executivas, especificamente a WM e seus subcomponentes (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b), pelo mecanismo consciente (Ledoux, 2019). Em outras palavras, há um íntimo nexo entre a consciência, a cognição (Cohen & Dennet, 2011; Baars et al., 2021) e a linguagem (Damasio, 1998; Damasio, 2010).

6.1. Prelúdio ao Intercâmbio entre a Cognição e a Consciência para a Origem da Linguagem

No primeiro caso, para tratar da relação entre a WM e a consciência, é preciso um tipo intermediário de consciência que tem relação com a cognição não-consciente, neste caso, no decorrer do texto, o argumento seguiu em direção à *consciência noética não-verbal/verbal*. (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019). As duas versões de consciência noética podem integrar as HORs sobre as FORs dos estados internos do organismo (Brown et al., 2019) e controlar a WM, mas *só a versão verbal pode controlar os subcomponentes internos da WM que codificam preliminarmente a informação simbólica*[86], por exemplo, codificando previamente os verbos, os substantivos e assim por diante, mantidos por redes frontais (Chen et al., 2020; Hertrich et al., 2021), e *coordenar também o sistema cognitivo-computacional* suportado pelas redes de linguagem que complementam a codificação subsequente (Ferbinteanu, 2019). Desse modo, o *mecanismo consciente* poderia ser um *diferencial* para os organismos naquilo que tange *as diferenças entre os sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e a linguagem em humanos* no contexto do debate entre os essencialistas generativos (Hauser et al., 2002) e os adaptacionistas (Pinker & Jackendoff, 2005a)[87].

O segundo modo da relação entre a consciência e a linguagem é relativo à *co-evolução consciência-linguagem que conferiu um outro grau de complexidade à consciência* (Damasio, 2010; Damasio, 2018). Uma primeira implicação, que pode ser extraída, é que *a consciência não é baseada na linguagem*. Ao contrário, a ideia que a consciência é baseada na linguagem é difícil de aceitar, pois possibilitaria a construção de representações simbólicas *sem* que o organismo estivesse consciente do resultado final da codificação e, além disso, *descartaria* a existência de consciência em espécies não-humanas (Damasio, 2010; Ledoux, 2019). No entanto, embora se deva ter cautela ao comentar o que não pode ser observado diretamente, os relatos abrangentes da biologia de animais não-humanos complexos sugerem que eles provavelmente também têm um processo básico de consciência, sem o qual, seria difícil explicar alguns dos

[86] Esta é, de fato, a proposta da hipótese de trabalho, ou seja, que a consciência interage com a memória de trabalho e controla os seus subcomporntes como a Central Executiva e o *Buffer* Episódico que coordenam o *Phonological Loop* e o *Visuo-Spatial Sketch-Pad* para as diferentes manipulações simbólicas oriundas de origens distintas.

[87] Este é o segundo aspecto original da ideia, a saber, que a consciência de tipo noética verbal poderia ser o dispositivo que diferencia os sistemas de comunicação avançados, existentes em animais não-humanos, e o a linguagem em humanos. Essa é uma consequência implicada da admissão das características e propriedades funcionais do mecanismo consciente. A ideia que é explicada na parte 2, no capítulo 3 (especialmente nas seções 2 e 3), é que a evolução foi gradual, o que significa que não só o *Homo Sapiens*, como quer a FLN, possuiria esse mecanismo.

comportamentos objetivos que eles exibem quando performam tarefas que requerem a percepção, a avaliação, a integração e a viajem tremporal conscientes (Macphail, 1995; Edelman & Seth, 2009; Birch et al., 2020).

Desse modo, para a hipótese de trabalho, *a consciência antecede filogeneticamente a linguagem*. *O argumento é que as formas mais elementares da consciência, ou seja, uma consciência primitiva* (Edelman, 1992), *consciência central* (Damasio, 2010) ou *noética não-verbal* (Ledoux, 2018) *são mecanismos que podem estar presentes em organismos não-humanos*. Não obstante, *o argumento também vai no caminho de dizer que a linguagem só é possível com outro tipo de mecanismo consciente, a saber, a consciência noética verbal* (Ledoux, 2019)[88]. Se é pertinente dizer que os tipos mais elementares de consciência antecedem a linguagem, no entanto, *as formas de consciência de alta-ordem* (Edelman, 1992; Damasio, 2018; Ledoux, 2019) *são incrementadas pela co-evolução com a linguagem*. Consequentemente, a linguagem confere maior poder comunicativo aos organismos no sentido de serem capazes de transmitir as informações cada vez mais complexas sobre o seu ambiente e seus corpos com riqueza de detalhes aos outros organismos que compartilham o mesmo mecanismo consciente para decodificar os códigos linguísticos, mas também compartilham o mesmo nicho ecológico e vínculos sociais.

Ademais, a noção de dependência da linguagem na consciência, no entanto, facilmente se depara com uma objeção ainda maior como consequência da hipótese de trabalho. Segundo a hipótese CLEC, a codificação da linguagem é a tradução de um conjunto de representações não-verbais sobre os estados internos (um ato de percepção endógeno), em representações linguísticas de alta-ordem, por exemplo, em palavras, sinais e sentenças. Do contrário, se a linguagem fosse a fonte da consciência antecedendo

[88] Um detalhe importante que não custa repetir é que, apesar da hipótese de trabalho sugerir que o candidato mais provável na literatura é a consciência noética de subtipo verbal e que tal definição conceitual é apresentada pelo modelo de consciência chamado HOTEC, em nenhum momento Ledoux e colegas (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019; Ledoux, 2020; Ledoux 2021) articulam a definição conceitual como é articulada na hipótese de trabalho, isso é, em nenhum momento, é dito que a consciência noética é um tradutor de estados internos do organismo em estados externos, que a consciência evoluiu para propósitos comunicativos e, especialmente, que a consciência noética verbal funciona como um coordenador de atividade articulando a memória de trabalho, e os seus componentes especializados em processar representações simbólicas, e o sistema cognitivo-computacional, que faz a mesclagem das representações simbólicas individuais compondo as representações simbólicas mais complexas. Este aspecto é que distingue da proposta de Ledoux (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019; Ledoux, 2020; Ledoux, 2021) que não somente não avança em dizer para que serve a consciência noética verbal como não dá detalhes do seu funcionamento.

filogeneticamente a consciência, então não seria possível construir as representações simbólicas sobre os conteúdos do corpo e do ambiente. Nesse sentido, se a consciência noética verbal, responsável por juntar as representações não-simbólicas sobre o corpo e o ambiente aos sistemas codificadores de símbolos, neste caso, a memória de trabalho e os seus subcomponentes e o sistema cognitivo computacional, fossem filogeneticamente posteriores a linguagem, então as representações simbólicas, como "eu" e "meu*"*, seriam a tradução de nada. Isso quer dizer que *as formas prévias de consciência são fundamentais para os conteúdos e as informações que são codificadas enquanto símbolos*. Com efeito, as representações simbólicas, como "eu " e "meu", e as representações simbólicas complexas, como na frase "eu sinto dor", *são traduções de conceitos linguísticos não-verbais que são representações de eventos não-verbais como as expressões emocionais*. Desse modo, *é necessário que a consciência seja prévia à linguagem, porque, segundo a hipótese de trabalho, é a consciência que traduz em linguagem simbólica as entidades não-verbais como "organismo" ou "indivíduo" e o evento não-verbal de "perceber de uma certa maneira" o mundo externo e interno* (Damasio, 1998; Damasio, 1999; Damasio, 2010; Damasio, 2018).

6.2. A Co-Evolução Consciência-Linguagem

A segunda implicação, antes referida, é que *a linguagem enriqueceu a consciência provendo um novo grau de complexidade para a evolução da consciência*. Para as deliberações argumentativas da hipótese de trabalho, o conceito de *self* central (*Self Core* ou *Consciousness Core*) (Damasio, 2010) não ajuda muito se comparado ao conceito de consciência noética não-verbal/verbal (Ledoux & Brown, 2017; Brown Et Al., 2019; Ledoux, 2019). A consciência central ou consciência da percepção (Damasio, 1998) permite que um organismo vivo sinta que o conteúdo de seus pensamentos é seu, que eles são formulados na perspectiva do organismo e que o organismo possa agir sobre esses pensamentos. Essa habilidade não depende da linguagem, o que até aqui seria de acordo com os objetivos da hipótese de trabalho, mas para a SMH (Damasio, 1998; Damasio, 2010), ela não requer as funções executivas.

Desse modo, na perspectiva da SMH, fica insustentável dizer que a linguagem é baseada na WM, no sistema cognitivo-computacional e na atenção *top-dow*n, e tampouco que as espécies não-humanas tenham uma consciência central. No entanto, segundo a SMH, a consciência ampliada (*Extended Consciousness* ou *Autobiographical Self*) amplia os seus conteúdos possibilitando exibi-los de modo mais complexo (DAMASIO, 1998; DAMASIO, 2010). Esses pensamentos retratam não apenas o estado atual do organismo, mas uma perspectiva de primeira pessoa do passado e futuro dele. Eles dependem da construção gradual de um "*self* autobiográfico", que nada mais é que o conjunto de memórias do passado único do indivíduo e das expectativas das experiências dele. As funções executivas são necessárias para a construção do *self* autobiográfico, especificamente, a WM é necessária para a exibição extensa de itens lembrados do *self* autobiográfico quando evocados (DAMASIO, 1998; DAMASIO, 2018).

Mas qual o papel da linguagem em ralação à consciência, segundo a SMH? Dito de maneira direta, para a SMH, *a linguagem auxilia nas categorizações que enriquecem o self autobiográfico*. Esse elemento da argumentação é compatível com o que a hipótese de trabalho diz sobre a capacidade da linguagem de recodificar os estados internos em uma segunda representação provendo as informações, que não são dependentes dos estímulos, com mais detalhamento e sofisticação (por exemplo, como no caso das representações simbólicas que refere às outras representações simbólicas), na qual, *isso significou mais complexidade às formas de consciência* como os "Esquemas de Atenção da Consciência" (Graziano & Webb, 2017), a "Consciência Estendida" (Damasio, 2018) e a "Consciência Autonoética" (Ledoux, 2021). Por exemplo, segundo a SMH, a consciência estendida coloca os conteúdos mentais em uma perspectiva individual, confere a propriedade desses conteúdos e dá ao proprietário a sensação de que pode agir sobre eles (Damasio, 2010).

No entanto, deve ficar claro que estas formas de consciência têm as suas diferenças, como foi exposto na seção 5 do capítulo 1: segundo a HOTEC, *a consciência noética requer tanto as funções executivas para as suas operações, especificamente a WM, quanto as redes gerais da cognição*, isto é, as áreas interconectadas entre os córtices temporal, parietal e frontal que formam *hubs* integrando as redes multimodais semânticas/conceituais com o polo frontal destacando-se as áreas laterais do PFC, especialmente, o $_{DL}$PFC que exerce controle *top-down* e manipula as HOR de conceitos

linguísticos e esquemas semânticos complexos para codificação de informação (Ledoux & Bown, 2017; Ledoux, 2019).

Por último, há um item importante a destacar: ao passo que hajam profundas diferenças entre a SMH e a HOTEC em muitas definições teóricas e interpretações de resultados experimentais, os dois modelos se aproximam, em parte, no que concerne à co-evolução consciência-linguagem. Foi dito que isso acontece *em parte*, pois, para a SMH (Damasio, 2018), a consciência estendida ou *self* autobiográfico incorpora muitas propriedades que, na HOTEC (Ledoux, 2021), estão presentes na consciência noética (como a conexão com a WM, não obstante a consciência noética possui só memórias semânticas e não as episódicas, como no caso da consciência autobiográfica na SMH), como foi exposto nos parágrafos precedentes, contudo os modelos são mais próximos quanto a afirmação que a consciência (neste caso, a autobiográfica/extendida, para a SMH, e a autonoética, para a HOTEC) foi "beneficiada" durante a co-evolução com a linguagem (Damasio, 2018; Ledoux, 2019).

Adicionalmente, segundo a HOTEC (Ledoux, 2019), quando as memórias episódicas são baseadas em múltiplas experiências semelhantes que se repetem, ou quando a memória episódica de uma única experiência é recuperada repetidamente, *elas se tornam representadas semanticamente*, em outras palavras, *elas são "semantizadas" de maneira mais rica e complexa expressas em uma narrativa conceituada*. Toma-se um exemplo, a experiência de estar em seu local de trabalho é única quando o sujeito é novo em seu trabalho, mas perde este status quanto mais tempo o sujeito esteja lá e pode ser representada semanticamente como "estar no trabalho", exceto quando algo novo acontece lá. Todavia, por que isso é importante? Ora, *quando as memórias episódicas se tornam experiências semânticas, elas perdem a sua dependência exclusiva do lobo temporal medial e passam a ter uma base em redes parieto-frontais na medida que são conceituadas na linguagem*. Essa é uma maneira da HOTEC (Ledoux, 2019) argumentar que a "semantização" de memórias recentes podem ser recodificadas sobre as representações das novas de modo mais específico e complexo.

Desse modo, os EMs da consciência e da linguagem têm o que contribuir acerca da co-evolução de ambas. Para a SMH, os conteúdos que formam as imagens[89] que as

[89] Vale frisar que, a hipótese de trabalho não está comprometida com a noção de "imagem" da SMH (Damasio, 1994) já abordada no capítulo 1 e comentada na seção 5 do capítulo 3 sob o caso de pacientes

percepções e as ideias evocam geram continuamente uma descrição paralela em termos de linguagem (Damasio, 2019). Primeiramente, essa descrição também é construída com imagens (Damasio, 1994). As palavras, em qualquer língua, falada, escrita ou apreciada pelo tato, como em Braille, são feitas de imagens mentais (Damasio, 1989b). Isso é verdade para as imagens auditivas dos sons das letras, palavras e inflexões e dos correspondentes símbolos visuais/codificações de letras que representam esses sons.

Além das imagens diretas de objetos e eventos e as suas traduções de linguagem, também estão presentes inúmeras outras imagens sobre qualquer objeto ou evento que pertençam e descrevam as suas propriedades e as relações constitutivas (Damasio, 2019). A coleção de imagens tipicamente relacionadas à um objeto ou evento equivale à "imagem" representada desse objeto ou evento, contudo, o há o "conceito" dele, o significado dele, a semântica do objeto que é mais rica e complexa (Damasio & Damasio, 1992; Damasio & Tranel, 1993). As ideias - conceitos e os seus significados – podem ser traduzidas para o idioma dos símbolos e possibilitar o pensamento simbólico (Damasio, 2019). Adicionalmente, eles também podem ser traduzidos em uma classe especial de símbolos complexos, o idioma verbal (Damasio & Tranel, 1993). As palavras e as frases estão regidas por regras gramaticais (Berwick et al., 2013) que executam a tradução, mas baseadas em imagens internas do organismo (Damasio, 2019). Para a SMH, todo o conteúdo mental é feito de imagens, desde a representação de objetos e eventos até seus correspondentes conceitos e traduções verbais (Damasio, 2019). As imagens são o símbolo universal da mente passível de ser representado simbolicamente, mas, segundo a FLN e a SMH, exclusivamente humanos, do gênero *sapiens* (Hauser Et Al., 2002; Damasio, 2019).

A hipótese CLEC reclama de um pressuposto importante da literatura evolucionista, a saber, *a distinção entre a consciência anoética, noética e autonoética em uma perspectiva filogenética* (Brown & Ledoux, 2017; Ledoux, 2019). A primeira (ano ética) é a consciência não-cognitiva, uma *awareness* periférica de estímulos externos ou estados internos. A consciência intermediária (noética) é a consciência cognitiva de fatos e/ou ideias sobre o mundo e sobre si mesmo. A consciência autonoética é uma consciência cognitiva de alta-ordem sobre si mesmo como uma entidade com passado, presente e

afantásicos. A menção da definição conceitual se justifica ao tratar do modelo da SMH, na qual, o interesse se concentra nos conteúdos de estados internos do organismo representados como uma FOR que são traduzidos em uma HOR extrínseca simbólica sem precisarem ser imagéticos.

futuro possível. Para a HOTEC (Ledoux, 2019), só a consciência autonoética seria exclusiva de humanos, ao passo que, a consciência noética poderia estar presente em mamíferos como os primatas. Para a hipótese de trabalho, *a consciência noética não-verbal poderia ser compartilhada entre os animais humanos e os não-humanos, mas a versão verbal está presente só na linhagem homo*. Esse debate está destacado no capítulo 3, nas seções 2 e 3, sobre a evolução das habilidades representativas, cognitivas, linguísticas e de consciência (seção 2) e a abordagem filogenética comparativa entre os animais humanos e não-humanos sobre a consciência.

Devido a isso, é interessante considerar cientificamente a co-evolução consciência-linguagem em animais não-humanos (Ledoux, 2019). Algumas abordagens em evolução dos sistemas de comunicação avançados, como os emergentistas (Tomasello, 2010), reconhecem haverem evidências que os animais são capazes de usar o conhecimento semântico não-verbal para resolver problemas complexos (Edelman & SETH, 2009) até mesmo muito complexos (Macphail, 1995; Birch et al., 2020). No entanto, e os adaptacionistas (Pinker & Jackendoff, 2005a), dizem que, apesar de animais não-humanos e animais humanos possuírem os mesmos dispositivos para a linguagem, há um conjunto de recursos da linguagem que evoluíram gradualmente somente em humanos. Mas isso é bem diferente das evidências das consciências anoética e noética não-verbal em animais não-humanos e animais humanos (Ledoux, 2019).

Dado o problema da introspecção e da reportabilidade em consciência animal (Frith et al., 1999; Edelman, & Seth, 2009) limitando a capacidade de relatar verbalmente, é difícil descartar explicações não-conscientes e fazer mais do que rastejar na questão da consciência animal. Portanto, a ideia da divisão das consciências anoética e noética não-verbal (Brown et al., 2019) ainda não resolve o problema de como demonstrar a consciência animal de forma inequívoca, não obstante, permite pelo menos conceber como os animais não-humanos, especificamente, antes da divisão chimpanzé/humano, poderiam estar conscientes dos eventos e de seu significado em seu contexto de nicho ecológico (Edelman, & Seth, 2009; Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Birch et al., 2020), mas sem reconhecer uma consciência de si mesmos como um objeto e representar simbolicamente (Edelman, 1992; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019).

Veja que isso não significa que os animais não-humanos não tenham cognição, pelo oposto, animais não-humanos são dotados de ferramentas cognitivas, ou seja, neles estão presentes os "Modelos Mentais Não-Conscientes", isto é, são aquelas narrativas elaboradas por esquemas de memória e emoções por recursos cognitivos para a tomada de decisão eficiente. Por exemplo, como observado anteriormente, pode permitir que o animal esteja "ciente" da presença de comida nutritiva versus venenosa, ou da (o) parceira (o) cooperativa (o) versus predador (a), ou de um parceira (o) em potencial para acasalar ou um (a) rival em disputa, e também de sensações corporais (Edelman, & Seth, 2009; Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Brown et al., 2019; Ledoux, 2019; Birch et al., 2020), mas sem também ter as capacidades mais elaboradas subjacentes à capacidade de ser reflexivamente consciente de si mesmo como um participante em tais estados no presente ou passado, ou no futuro imaginado e de construções simbólicas (Pinker, 2010; Damasio, 2018; Ledoux, 2019).

Portanto, esta seção 6, fecho do capítulo 2, serve como um prospecto daquilo que é abordado no capítulo 3. Nele, as abordagens evolucionistas ganham destaque articulando todas as teorias, modelos, conceitos e argumentos que foram expostos nos capítulos 1 e 2, por um lado, centralizados nas expressões das emoções, nas funções executivas, especialmente, na WM e na atenção seletiva e na consciência, por outro lado, alinhado sobre as considerações acerca dos sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos e da linguagem em animais humanos. Complementarmente, não foi deixado de lado as teorias em neurociências cognitivas acerca da arquitetura cognitiva e das estruturas da linguagem. Assim também, a forte veia evolucionista foi tematizada em *background* da evolução das faculdades e dos processos. No capítulo 3, as abordagens evolucionistas reúnem outras vertentes, além da Hipótese do Marcador Somático (SMH) de Damasio (Damasio, 1994; Damasio, 2018) e da Hipótese de Alta-Ordem da Consciência Emocional (HOTEC) de Jeseph Ledoux e colegas (Brown et al. 2019; Ledoux, 2019), a Teoria da Seleção dos Grupos Neurais (TNGS) de Edelman (Edelman, 1992) o Modelo do Esquema da Atenção (AST) de Graziano (Graziano, 2019) e o Espaço de Trabalho Neural (GNW) de Dehaene e colegas (Dehaene et al., 1998) também têm espaço na abordagem da evolução da cognição, consciência e linguagem. Desse modo, no capítulo 3, a Hipótese CLEC é formulada de modo mais claro e, ao mesmo tempo didático, considerando os seus pontos fortes e as suas críticas e as suas limitações.

PARTE II

A EVOLUÇÃO E A FUNÇÃO DA CONSCIÊNCIA

Capítulo 3

A Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência (CLEC)

Assim como nos capítulos antecedentes, o capítulo 3 é subdividido em 6 seções. As seções são organizadas de acordo com os tópicos relevantes para a demonstração da hipótese de trabalho. Desse modo, duas seções têm interesse capital, a saber, a seção 1 que intenta apresentar a hipótese de trabalho, outrora abordada nos capítulos prévios quando se tratou de sua fundamentação teórica e experimental, é destacada em mais detalhes. Em vista disso, a hipótese de trabalho é apresentada em dois modos, por um lado, ela é formulada diretamente, por outro lado, ela é exibida de modo metafórico em três estágios, evidenciando os elementos diferenciais de cada estágio, bem como, os sistemas, os mecanismos e os componentes que são a base hipotética. *A hipótese de trabalho sugere que o mecanismo consciente é um tradutor de estados internos, discretos e implícitos em estados extrínsecos no modo de uma representação simbólica, assim, ao menos, dois recursos foram sugeridos como necessários, o sistema cognitivo-computacional, que possui uma estrutura hierárquica em seu centro, e os componentes da WM especialistas em codificação simbólica (VSSP menos fortemente, mas principalmente PL e EB). O mecanismo que coordena a tradução dos estados internos em estados externos é mecanismo consciente de tipo noético verbal* (Ledoux, 2019).

Se a seção 1 visa demonstrar como o mecanismo consciente é importante para a linguagem, a seção 4 enfatiza a maneira como a linguagem é importante para a consciência. Ora, já foi dito que a linguagem depende do mecanismo consciente da WM, mas a consciência não depende da linguagem, pois há muitos outros modos de consciência não-verbal e a consciência teria antecedido evolutivamente a linguagem, isso sob a argumentação que foi trazida nos capítulos iniciais. No entanto, não é verdade que a linguagem não impacta a consciência, ao contrário, o segundo momento da hipótese concerne em buscar tangenciar um meio de esclarecer como a linguagem possibilitou para

a consciência uma complexidade a mais, isto é, como a linguagem possibilitou à consciência um novo grau evolutivo (Damasio, 1998). Assim sendo, a seção 4 é uma tentativa de mostrar como os estados conscientes expressos linguisticamente possuem uma complexidade antes não observada na história evolutiva. Em outras palavras, isso ocorreu quando os pensamentos conscientes verbalmente expressos permitiram exprimir os planos, as intenções, os estados corporais, as características do ambiente com uma riqueza de detalhes, profundidade, especificidade e independência do ambiente para alcançar certos efeitos, como a colaboração e a exploração, de tal modo que os estados corporais comportamentalmente expressos não conseguiam, apesar de perderem em velocidade e imediatidade (Pinker, 2010; Berwick & Chomsky, 2015).

A seção 2 aspira demonstrar como a hipótese de trabalho recebe o aporte dos EMs. Claro, esta pretensão foi demonstrada nos capítulos 1 e 2, mas nesta seção, a exposição segue uma metodologia distinta, pois procura retirar de dentro da história evolutiva os elementos ancestrais necessários para a construção da consciência. Algumas amostras consideráveis de abordagens evolucionistas surgiram há algum tempo (Edelman, 1992; Pankseep, 2005) e também recentemente (Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019). Todos estes modelos direcionaram o foco para investigar como a consciência emergiu dos processos puramente automáticos e reflexivos. Ambos os modelos argumentam que os processos conscientes devem muito aos processos mais elementares e que evoluíram mais cedo. No entanto, eles também argumentam que os processos conscientes mostraram um novo horizonte de possibilidades aos organismos que os possuíam. O objetivo desta seção 2 é indagar sobre os sistemas, mecanismos e componentes cruciais para a consciência, segundo a hipótese de trabalho, e como tais sistemas, mecanismos e componentes evoluíram sobre processos mais básicos.

A seção 3 também se depara com uma questão medular, a saber, as abordagens filogenéticas acerca da consciência em animais humanos e não humanos. Nesta seção, a meta é comparar as homologias e as diferenças entre os tipos/graus de consciência em animais humanos e não-humanos e a função que cada abordagem atribui à consciência. Em geral, duas abordagens são sugeridas, uma denominada sintética (Seth et al., 2005; Edelman & SETH, 2009; Edelman, 2009) e outra denominada multidimensional (Birch, 2019; Birch et al., 2020). Uma delas procura construir critérios de comparação de consciência incluindo referenciais em animais humanos e não-humanos para achar as homologias e pautar as diferenças para a elaboração de uma escala que possa ser aplicada.

A segunda tenta construir perfis distintos de consciência, na qual, seria difícil afirmar que animais não-humanos seriam mais ou menos conscientes entre si e em comparação com animais humanos em sentido de uma consciência geral.

A seção 4 abarca aproximar-se da questão de como a linguagem possibilitou que a consciência adquira um novo grau de complexidade em relação às suas formas mais elementares. Isso já foi mencionado no segundo parágrafo da introdução deste capítulo. A seção 5 constitui a parte que integra as principais críticas a hipótese de trabalho, quanto a apresentação dos limites, ou seja, sobre o que a hipótese diz respeito e sobre o que não diz, e o alcance das suas aspirações. Como a hipótese de trabalho é muito dependente dos EMs, há a necessidade de considerar os elementos mais fracos destes modelos em questão e sobre o quanto disso implica em refutação ou anomalias para a hipótese de trabalho. Dentre as críticas incluem a possível dependência da hipótese de trabalho de imagens acerca dos conteúdos internos e o caso dos afantásicos, pessoas que não teriam pensamento em forma de imagens e mesmo assim não teriam comprometimento de habilidades linguísticas, a dependência corroborativa da hipótese de trabalho de pesquisas que usam neurotecnologias de imagem e as limitações destas metodologias e as críticas das abordagens 4Es + se o caso da hipótese de trabalho ter um perfil representacionista, internalista, reflexivo e cérebro-centrista, por exemplo. Além destas críticas, há outras que são mencionadas e comentadas e/ou respondidas.

Na seção 6, denominada apêndice, é feita uma demarcação acerca daquilo que a hipótese diz respeito e as consequências que ela não trata, ou seja, sobre quais fenômenos há potenciais predições e sobre quais considerações a hipótese não diz respeito, por exemplo, não é o objetivo determinar em que ritmo e velocidade a linguagem evoluiu, apesar que há possíveis aproximações, e nem propor quais são os correlatos neurais da consciência e da linguagem, apesar de haver certas inclinações. Nesta seção, primeiro, é tratado de processos paralelos como a codificação neural, processamento informacional e a formação de representações. Outro processo paralelo é a teoria da mente. Desse modo, é discorrido sobre o conceito de evolução das expressões emocionais, empatia e células espelho. Estes dois casos são fenômenos paralelos que poderão ser trabalhados futuramente. Ademais são feitas ressalvas sobre o que a hipótese de trabalho não prediz, como comentado acima, mesmo que, a hipótese possa permitir extrair algumas implicações.

Seção 1

O Argumento da Hipótese de Trabalho (A Hipótese CLEC)

O eixo central da Hipótese CLEC é a relação entre o mecanismo consciente noético verbal como coordenador tanto da WM e dos seus subcomponentes, que codificam as estruturas simbólicas específicas como verbos, sujeitos e demais complementos, e o sistema cognitivo-computacional, que faz a mesclagem dessas estruturas simbólicas constituindo as estruturas simbólicas mais complexas como as sentenças e os conjuntos de sentenças. Tais estruturas simbólicas complexas são traduzidas em representações extrínsecas, que são as representações de alta-ordem, passíveis de serem transmitidas aos outros organismos. *O elemento inovador e original da hipótese de trabalho é justamente estabelecer uma interação entre esses três elementos, WM, Sistema Cognitivo-Computacional e o Mecanismo Consciente de tipo noético verbal.* Em vista disso, foram necessários dois capítulos prévios para demonstrar a interação entre a consciência, a cognição e a linguagem. Nesta seção, as ideias apresentadas nos capítulos e nas seções anteriores são colocadas conjuntamente para expressar o argumento central da hipótese CLEC.

Desse modo, *a hipótese de trabalho CLEC afirma que o mecanismo consciente evoluiu para a função comunicativa de transmitir os estados internos do organismo aos outros organismos por meio de codificação/decodificação simbólica*. Segundo a hipótese CLEC, o mecanismo consciente recruta e controla a WM e o Sistema Cognitivo-Computacional para fazer esta função. *O funcionamento do mecanismo consciente noético verbal com a WM ocorre por meio da Central Executiva* e *Episodic Buffer* que coordenam a ação de *Phonological Loop* e *Visuospatial Sketch-Pad* que são os subcomponentes especializados em manipulação simbólica

Este processo de re-codificação dos estados internos, enquanto representações sobre os estados do corpo que são os registros e as respostas emocionais, ocorre segundo um *sistema recursivo*, um tipo de *sistema cognitivo-computacional* que tem uma *estrutura sintática hierárquica no seu núcleo*. Esta estrutura possibilita a combinação de

símbolos para formar as palavras, as sentenças e os discursos por meio da mesclagem entre as unidades de símbolos para formar a sequências cada vez mais ricas e complexas.

Após re-codificadas, estas sequências de símbolos constituem-se representações sobre as *representações de ordem-superior*, ditas representações de alta-ordem (HORs), como se fossem as representações de uma ordem acima de natureza simbólica, pois são re-codificadas sobre as HORs que são codificações das representações de primeira-ordem (FORs*). Através desse recurso, o mecanismo consciente torna possível re-codificar as informações, que são codificadas neuralmente, em códigos compreensíveis externamente*. A linguagem possui, então, a capacidade de representar um número infinito de estados internos com nível infinito de complexidade e detalhes expressos simbolicamente.

Assim sendo, a consciência é um mecanismo voltado para os processos e as representações internas, contudo a hipótese de trabalho assevera que o mecanismo consciente possibilita fazer isso não somente de modo ao organismo estar ciente dos estados internos e que ele é o proprietário desses estados internos, mas de maneira que isso pode ser representado externamente para ser comunicado. Portanto, segundo a hipótese de trabalho, *a linguagem co-evoluiu com a consciência*, *mas não é essencial para a consciência,* por exemplo, as sensações emocionais representam estados que requerem só um baixo nível de consciência. No entanto, segundo a hipótese de trabalho, *a linguagem depende da consciência*, cuja função, está na capacidade de representar um número infinito de estados com nível infinito de complexidade e detalhes. Devido à essa habilidade, a linguagem permite um novo grau de consciência, quando pensar em formas de alta-ordem de consciência.

De acordo com o exposto no capítulo 1, especificamente, as seções 2 e 3, a expressão comportamental é a expressão automática e não-consciente da informação codificada no cérebro, sobre os estados internos do organismo, e armazenada de maneira distribuída (Morris et al. 1998). A expressão comportamental é constituída por uma HOR sobre as FORs implícitas constituídas pelo registro dos estados corporais como resultado dessa preparação para a ação. É importante destacar que, não há necessidade de que uma HOR seja constituída para que uma ação imediata ocorra por razões de sobrevivência (Ohman et al., 2001). Os estados internos do organismo são representações da situação do corpo que são monitoradas e integradas em uma FOR. Em outras palavras, tais

representações são como os registros de um cenário que o organismo vive resultante das alterações corporais e do ambiente (Prinz, 2004).

No entanto, há o outro lado dessa moeda que corresponde à parte ativa desse processo, a saber, os estados do corpo não são só registros, mas também preparam o corpo para uma resposta comportamental apropriada (Ohman et al., 2001; Ohman, 2005; Engelmann & Pessoa, 2007). Desse modo, os estados internos constituem as representações intrínsecas que refletem diretamente o que está acontecendo internamente no organismo e possibilitam uma ação comportamental imediata para os propósitos de sobrevivência (Damasio, 1994). Esses estados internos são concisamente formados por *drivers* reguladores, pelo mecanismo motivacional e as emoções (Damasio, 1996). Dado que estes estados são homeostáticos e emocionais, eles não só disponibilizam as informações de registro da situação do corpo do organismo, porém ajudam a preparar o corpo para uma resposta não deliberada e não controlada enquanto uma expressão desse estado através da alteração do estado do corpo representado (Prinz, 2004).

Conforme discutido no capítulo 2, especialmente as duas primeiras seções, a expressão emocional é vista como um comportamento comunicativo se for vista como uma expressão das representações implícitas que são transmitidas para outros organismos, não necessariamente co-específicos (Darwin, 1872). Desse modo, a expressão emocional não traz benefícios por si só, ou seja, não tem consequências sem a presença de outros organismos, pois foi uma habilidade que evoluiu num contexto de vida social para poder transmitir aos outros organismos as informações implícitas e os estados do corpo (Darwin, 1872). Em vista disso, as expressões emocionais, como um sistema comunicativo, são capazes de transmitir uma gama de sinais que indicam a disposição para acasalar (Lewis & Cratsley, 2008), a presença de um predador (Marler & Evans, 1996), a localização de alimento (Di Bitetti, 2005), a falsa sinalização (Owren, et al., 2010) e assim por diante.

A ideia de que a expressão linguística, na medida que é a expressão comportamental verbal de informação representada simbolicamente de maneira mais localizada, é exibida no capítulo 2, especialmente, nas seções 4 e 5. As representações não-verbais, tanto não-conscientes quanto conscientes, podem ser, mas não se restringem, aos mapas análogos aos objetos representados, por exemplo, como no caso do estímulo visual que pode ser representado topologicamente nas áreas visuais primárias como uma

FOR (Lamme, 2004), bem como representado esparsamente em amplas regiões cerebrais que constituem os *hubs* de redes distribuídas (Dehaene & Changeux, 2005) ou uma HOR (Brown et al., 2019). Da mesma forma, a noção de um objeto, como uma deliciosa maçã vermelha com conotação sedutora, pode ser representada pela ativação de um grupo de células especializadas multimodais do estritado e extra-estriatais (Lamme, 2006) e pela ativação de vários *hubs* neuronais distribuídos por todo o cérebro como as redes dorsais da atenção ou fronto-parietais (Dixon et al., 2017) e as GNC centradas no PFC que dão suporte para as HORs (Brown et al., 2019).

Para a expressão linguística, o mecanismo consciente, portanto, é um mecanismo de *re*-codificação da informação. Inicialmente, a informação de origem é uma representação de primeira-ordem (FOR) dos estados internos do corpo e do mundo externo. A re-codificação da FOR corresponde à uma nova representação, uma nova representação de alta-ordem (HOR). Consequentemente, o mecanismo consciente pode ser concebido de modo exógeno e endógeno. No primeiro caso, o mecanismo consciente incide sobre a percepção externa, isto é, sobre as entidades físicas objeto de processamento perceptivo representado internamente como uma FOR. Mas, no segunfo caso, o mecanismo consciente processa os estímulos internos, isto é, as representações internas não-conscientes, que são codificadas na WM como uma HOR. Este é um ponto-chave, pois a re-codificação não ocorre diretamente sobre as representações implícitas que não podem ser traduzidas para a expressão da linguagem oral sem uma HOR como condição. Isso ocorre, porque, as representações implícitas não são manipuladas pelos subcomponentes da memória de trabalho se não representadas antes enquanto uma HOR (Lau & Rosenthal, 2011; Brown & Ledoux, 2017; Mashour et al., 2020). Assim, sendo a expressão oral é uma representação extrínseca resultado da re-codificação simbólica dos estados internos do organismo enquanto uma HOR.

Neste modelo explicativo sobre a função do mecanismo consciente, as funções executivas têm um papel crucial (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000b; Baddeley, 2007; Baddeley, 2012). Segundo a hipótese de trabalho aqui apresentada, as funções executivas são funções para a manipulação de representações simbólicas (Papagno et al., 1991; Adams & Gathercole, 1996; Graf Estes et al., 2007; Holsgrove & Garton, 2007; Vugs et al., 2013). Um modelo seria a central executiva que regula o *phonological loop*, o *visuo-spacial sketchpad* e o *buffe*r episódico (Baddeley & Della Salla, 1996) e a consciência das informações e o controle cognitivo (Baars & Franklin, 2003; Cohen &

Dennett, 2011; Van Gaal et al., 2012; Persuh et al., 2018). Os dois primeiros componentes coordenados são especialistas em codificação de informação simbólica oral e escrita (Archibald & Gathercole, 2006a; Holsgrove & Garton, 2007). O último *buffer* auxilia na recuperação de informação semântica necessária para a manipulação simbólica (Wilson & Baddeley, 1988).

Um sistema computacional com uma hierarquia sintática central rege as manipulações permitindo o sequenciamento e a mesclagem de símbolos de modo definido podendo gerar sequências infinitas e altamente complexas (Berwick & Chomsky, 2015) que podem ser descrições detalhadas dos estados internos do corpo e do cérebro (Villiers & Villiers, 2014). Os organismos que possuem um sistema representacional simbólico correspondente podem de-codificar as sequências de símbolos, relativos ao estado implícito do emissor, e agir de acordo com a interpretação da informação (Goldman & Sripada, 2005).

Portanto, segundo a hipótese de trabalho, o mecanismo consciente e as funções executivas são o que possibilitam a geração de informações mais complexas expressas por meio de representações simbólicas. Uma vez desenvolvido o mecanismo fundamental de codificação em um formato comunicável da expressão comportamental não-verbal, o próximo passo possível é a re-codificação de informações mais detalhadas (já a expressão linguística) em uma forma mais independente do estímulo, ou seja, é possível comunicar as informações independente do estímulo-contexto, cada vez mais distantes espacial e temporalmente. Desse modo, juntamente com o vocabulário rico e as regras gramaticais, mais vantagens de comunicação são possíveis para os organismos que possuírem tais dispositivos.

Logo, supõe-se que, conforme foi argumentado no capítulo 2, nas seções 3 e 4, como é o caso de outras funções cognitivas e de acordo com as teorias evolucionistas e do campo da psicologia evolutiva (Tooby & Cosmides, 1989; Pinker, 2003), o mecanismo consciente evoluiu seguindo pressões evolutivas (Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019). Essa suposição exigiu que se demonstrasse as evidências da evolução dessa faculdade da consciência e da linguagem (nos capítulos precedentes), bem como as vantagens adaptativas de um mecanismo de consciência como aqui aventado (Pinker, 2010), a saber, de possibilitar ao organismo transmitir os seus estados internos do corpo e da "mente" (Damasio, 2010), de modo mais diverso e

detalhado aos organismos que possuem o mesmo mecanismo consciente (Ledoux, 2019) e o mecanismo cognitivo-computacional que tem uma estrutura sintática hierárquica em seu cerne (Bolhuis et al., 2014).

Portanto, *a hipótese de trabalho argumenta que é o mecanismo consciente que opera coordenado a WM e o Sistema Cognitivo-Computacional Sintático para a codificação de símbolos que são ordenados e mesclados na forma de representações simbólicas, que são HORs extrínsecas, passíveis de serem transmitidas para os outros organismos de-codificarem e interpretarem criando uma "teoria da mente" dos estados internos dos outros organismos*. Ao assumir esse argumento, as duas implicações são salientes: (1) que a *consciência e a linguagem co-evoluíram*, sendo que, a segunda depende da primeira; (2) que, durante o processo co-evolutivo, *a linguagem conferiu maior complexidade aos estados conscientes* quando expressos simbolicamente, pois eles podem ser comunicados com maior diversidade de detalhes e especificidade fazendo os estados conscientes mais ricos.

Os dois *elementos de originalidade da hipótese* consistem em afirmar que: (1) *o mecanismo consciente evoluiu para a função comunicativa*, o que não significa se comprometer com a afirmação que é a sua função exclusiva, mas somente que essa é a função atribuída à *consciência de tipo noética e subtipo verbal*, para a qual, esse tipo é o candidato na literatura que tem *ligação funcional e anatômica com a WM* e é mantido por redes fronto-parietais, dorsais de atenção e de modo padrão; (2) que, devido a isso, o *mecanismo consciente* (consciência noética de subtipo verbal) é previsto como *o dispositivo diferencial entre os sistemas de comunicação avançados e a linguagem em humanos*, juntamente com as demais interfaces da linguagem, mas é pertinente ressaltar que, mesmo se houvesse evidência do mecanismo cognitivo-computacional de estrutura sintática hierárquica em outras espécies, ainda assim, sem o mecanismo consciente tradutor de estados implícitos em estados explícitos simbolicamente codificados, os sistemas comunicativos avançados em não-humanos não se assemelhariam com a linguagem em humanos. Desse modo, *os dois aspectos originais da hipótese são que a consciência evoluiu para propósitos comunicativos funcionando como um tradutor de estados implícitos em explícitos para serem transmitidos para outros organismos que possuem o mesmo mecanismo de de-codificação e que tal mecanismo pode ser um dos fatores-chave para explicar a origem da linguagem e as suas diferenças para a comunicação animal*.

Desse modo, agora, o argumento é exibido, de modo figurativo, primeiro, através de uma arte exibida em ciclos e anexada uma legenda explicativa simples. Depois, a ideia é apresentada em três estágios distintos que representam três diferentes tipos de organismos, sendo o último, aquele que possui o mecanismo consciente que pode realizar a tarefa de coordenar a tradução dos estados internos em externos passíveis de de-codificação e interpretação, portanto, de comunicação. Diz-se organismo e não sistema, pois há consideração quanto aos exemplos no contexto neural já exibidos no texto. Por fim, é sugerida uma taxonomia que pode ser útil para se ter em mente as definições conceituais da hipótese.

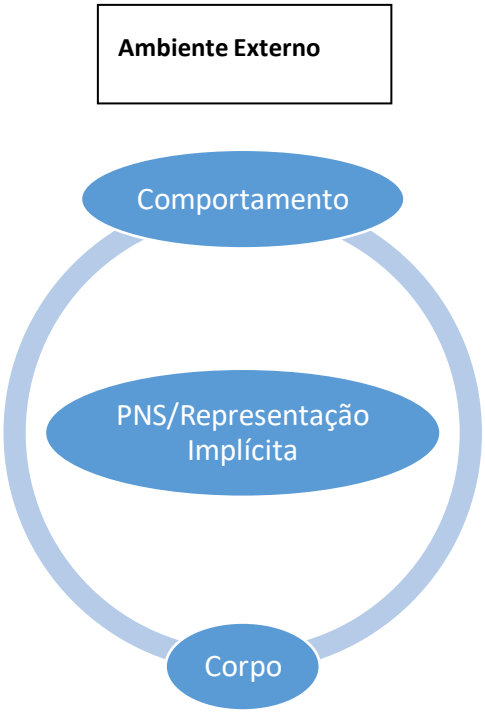

Figura 1

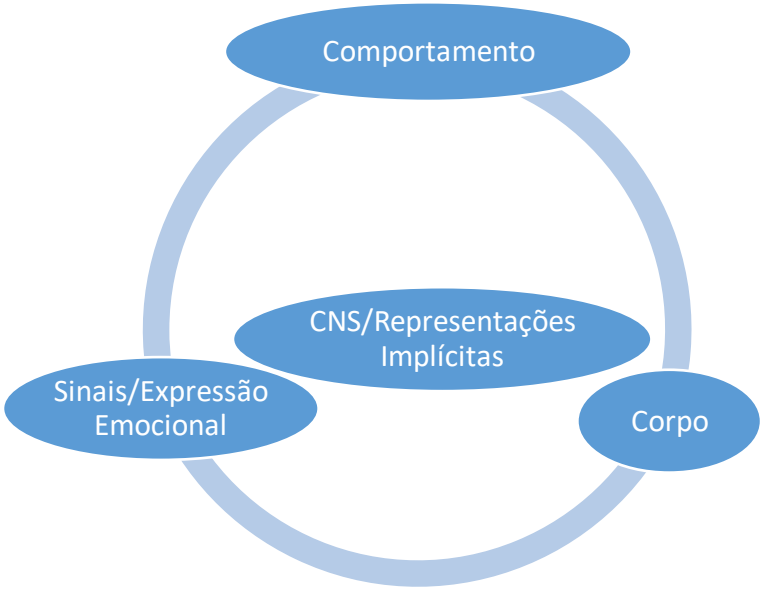
Comportamento
CNS/Representações Implícitas
Sinais/Expressão Emocional
Corpo

Figura 2

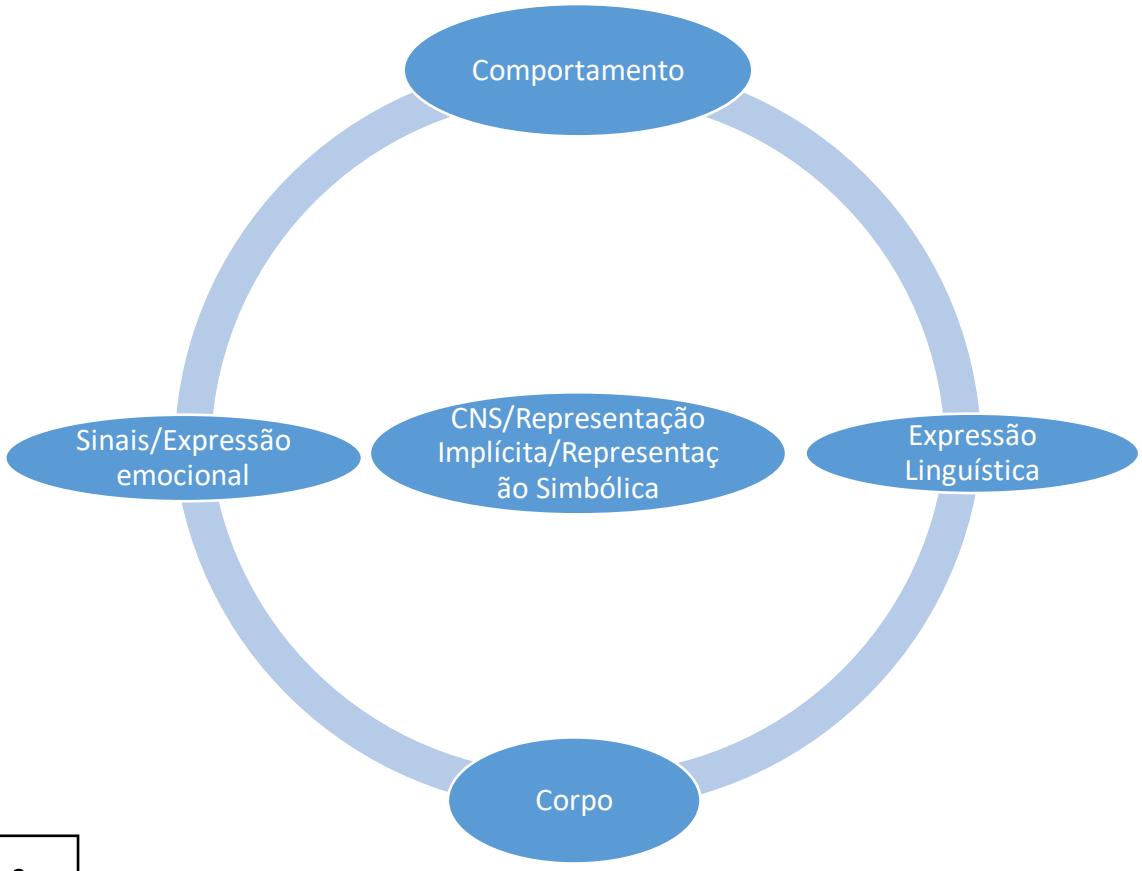

Figura 3

➢ **Legendas**

- **Ambiente Externo:** Entendido como o nicho ecológico, na qual, o organismo está inserido;
- **PNS/Informação Implícita:** Aqui, o requisito básico é um sistema nervoso central e periférico mais elementares, semelhante ao encontrado em invertebrados como na *Aplysia californica*, ou seja, um circuito mais elementar incluindo neurônios sensorial e motor, interneurônios, o neurotransmissor serotonina (5-HT), e os componentes de cascata de 2nd mensageiros que dão suporte ao comportamento de retirada da brânquia que serve ao aprendizado não-associativo (habituação e sensitização) e um circuito que a potenciação de longo-prazo (LTP) onde a informação é representada implicitamente para a função de

armazenamento para o aprendizado associativo (condicionamento clássico de medo)[90];

- **CNS/Representação implícita:** O Sistema Nervoso Central é mais avançado e processa a informação sobre os estados corporais, neste estágio, o sistema nervoso central processa as informações que constituem os estados de registro do corpo e são requisitos para as expressões emocionais; por ser concernente ao *feedback loop* corpo-CNS, a informação é representada implicitamente de maneira distribuída; os exemplos no contexto neuronal referem aos circuitos que integram o sistema límbico, que dão suporte ao medo inato e aprendido e as respostas automáticas.
- **Corpo:** Estados Físicos Internos, por exemplo, os estados homeostáticos e os mecanismos motivacionais; as modificações corporais para preparar o corpo para empreender um comportamento.
- **Comportamento:** Ações no ambiente externo para benefício direto ao organismo, pois estão diretamente ligadas aos estados implícitos representados; confere maior velocidade na transmissão de informações.
- **Processamento Cognitivo Não-Consciente:** Os processamentos cognitivos não-conscientes permitem controlar os comportamentos complexos sem ter que recorrer à consciência; eles controlam o comportamento e reduzem a carga sobre a cognição permitindo respostas mais flexíveis aos estímulos.
- **Sinais/Expressão Emocional:** Um comportamento que não tem benefício direto em si próprio se não houver outros organismos para receberem os sinais, ou seja, não há consequências sem a presença de outros organismos; A função associada a este tipo de comportamento consiste em transmitir para os outros organismos as informações implícitas e as informações sobre os estados corporais.
- **CNS/Representação Simbólica:** A informação é representada simbolicamente, enquanto uma representação de alta-ordem, para isso, a informação é re-codificada pelas funções executivas em uma maneira mais localizada, em redes cerebrais fronto-parietais, se comparada às expressões emocionais.

[90] Justifica-se uma nota no sentido de afirmar que as legendas são só complementares dos termos usados nos gráficos, mas não tem pretensão explicativa. Ora, processos de LTP e cascata de 2nd mensageiros são extremamente intrincados e não é objetivo adentrar neste território tão importante, vasto e complexo. O intuito foi tão somente exemplificar, nos contextos neural e evolutivo, o que poderia ser uma forma primitiva de representação implícita.

- **Funções Executivas:** As Funções executivas, no diagrama de ciclo, referem aos componentes que manipulam a informação simbólica. Um modelo é da Memória de Trabalho, cuja Central Executiva regula o *Phonological loop*, *Visuospatial Sketchpad* e o *Buffer* episódico; A codificação da informação numa representação simbólica segue as regras de mesclagem simbólica provida por um sistema cognitivo-computacional que possui uma estrutura sintática hierárquica em seu núcleo.
- **Expressão Linguística:** A expressão linguística refere à expressão comportamental oral de informação representada simbolicamente construída sobre as informações representadas implicitamente; A expressão linguística não traz benefício direto em si próprio como a expressão comportamental.

1.1. O Argumento demonstrado em Três Estágios de Desenvolvimento

O objetivo é ilustrar os três tipos de organismos com os seus constituintes principais que possam ajudar a explicar a Hipótese Comunicação-Linguagem para a Evolução da Consciência. Isso também é necessário para cumprir com um pressuposto caro aos EMs aqui apresentados, e que servem de base teórica e experimental da hipótese de trabalho, isto é, indagar acerca dos blocos de construção do mecanismo consciente. Em síntese, no primeiro estágio (Estágio 1) se destacam as representações internas como um elemento-chave para a evolução da consciência, no segundo estágio (Estágio 2), as ponderações incluem as expressões emocionais, a comunicação animal e os processos cognitivos não-conscientes e, por último, no terceiro estágio (Estágio 3), as expressões linguísticas, o sistema cognitivo-computacional e as funções executivas, especialmente a memória de trabalho, ganham ênfase. Em vista disso, há que considerar os segmentos ancestrais de edificação da consciência que constituem a sua origem (Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018, Ledoux, 2019; Graziano, 2019).

1.1.1. Estágio 1

No Estágio 1 (figura 1), os componentes elementares de um modelo de organismo são apresentados, a saber, o corpo, um sistema nervoso central/periférico e a capacidade de codificar as informações que são armazenadas implicitamente na forma de representações implícitas. Um modelo neural sugestivo é a *Aplysia Californica* (Kandel et al., 2013). Em relação ao escopo da hipótese de trabalho, no Estágio 1, dois elementos são de capital importância considerar, a saber: (1) que tais organismos exibem mecanismos celulares que possibilitam a formação de memórias implícitas e; (2) que as memórias implícitas constituem representações que são codificadas de maneira distribuída no organismo.

As bases biológicas da formação de representações implícitas em vertebrados e invertebrados possuem alguns mecanismos comuns (Feinberg & Mallatt, 2016; Ledoux, 2019). Os precursores de cérebros evoluíram em criaturas primitivas semelhantes a vermes (Feinberg & Mallatt, 2013) no período Cambriano, começando por volta de 540 milhões de anos atrás. Uma característica é que os neurônios ficaram cada vez mais agrupados e, por efeito, com mais interconexões. Com esse agrupamento de neurônios, as ligações entre as entradas sensoriais e as saídas motoras ficaram separadas por camadas intermediárias de células nervosas. Essas células nervosas intermediárias com as suas ricas interconexões permitiram um processamento mais extenso das entradas sensoriais, até mesmo combinando as informações de diferentes sentidos (por exemplo, a simples detecção de luz, a detecção de toque e a detecção das substâncias químicas) para ajudar a calcular e sinalizar uma saída motora. Esses neurônios intermediários também permitiram o armazenamento e a recordação da experiência e, portanto, o aprendizado e a memória (Feinberg & Mallatt, 2016).

Conforme mencionado acima, algumas formas mais elementares de aprendizado e memória na forma de condicionamento e reconhecimento molecular ocorreram também em organismos mais simples que esses - isso pode ser demonstrado em tais organismos hoje (Kandel et al., 2013). De acordo com a perspectiva evolucionista apresentada aqui, é importante abandonar a ideia de uma ruptura evolutiva entre os animais não-humanos e os animais humanos sobre o que são o aprendizado e a memória, pois existem mecanismos moleculares muito elementares em organismos muito simples que contam como o aprendizado e a memória evoluíram até os animais humanos (Dennett, 2017; Ledoux, 2019). De fato, os mecanismos moleculares, os blocos de construção do aprendizado e da memória são essencialmente os mesmos em humanos e na *Aplysia*

Califronica amplamente estudada em neurociência da memória (Kandel, 2001). Uma parte do poder do sistema nervoso central de animais humanos é o resultado direto da complexidade combinatória em que os mecanismos moleculares e celulares foram arranjados pela evolução (Feinberg & Mallatt, 2013).

Neste estágio, os comportamentos predatórios surgiram pela primeira vez no Cambriano, levando ao desenvolvimento evolutivo, na qual, a seleção natural operou para o surgimento de cérebros maiores e melhores, sentidos mais aguçados e respostas motoras e coordenação mais rápidas (Feinberg & Mallatt, 2013). Naquele ambiente competitivo, ainda no oceano, mas cada vez mais complicado, habitado por predadores e presas, sentidos mais sofisticados foram selecionados que poderiam detectar de forma mais eficaz e eficiente esses outros animais (Feinberg & Mallatt, 2013). O que antes eram as células simples de detecção de luz se tornaram organizadas com dispositivos como os olhos capazes de registar as imagens de modo mais completo para uma visão cada vez mais periférica, apesar de automaticamente orientados (Graziano, 2019), assim também, o que haviam sido as simples células de detecção de substâncias químicas viraram órgãos sensoriais para olfato e paladar e assim por diante (Feinberg & Mallatt, 2013).

No entanto, um dos tópicos essenciais deste Estágio 1 é este: para processar toda aquela informação sensorial complexa, o que antes eram os reflexos e as hierarquias de reflexos bastante simples se complicaram, levando à capacidade de formar as representações internas sensoriais do ambiente, porque essa é a forma mais eficiente de organizar todas essas informações sensoriais sobre uma fonte de alimento, um predador ou um (a) companheiro (a) (Feinberg & Mallatt, 2013). Ainda durante o Cambriano, isso levou vários milhões de anos para os primeiros cérebros e às primeiras formas elementares dos blocos de construção da consciência – aqui, o termo "consciência" é entendido no sentido limitado definida como a consciência primária ou proto-consciência (Feinberg & Mallatt, 2013; Feinberg & Mallatt, 2016).

Algumas abordagens evolucionistas da consciência (Feinberg & Mallatt, 2016) argumentam que a capacidade de criar as representações internas é uma característica fundamental das formas elementares de consciência, como a primária. Há importantes diferenças aqui: (1) a consciência exteroceptiva é a consciência do mundo externo e é baseada na formação de representações internas do mundo externo; (2) a consciência interoceptiva que é a consciência do estado interno do animal, por exemplo, as sensações

de órgãos internos; (3) e a consciência afetiva que é o precursor da emoção e é basicamente referente aos "gostos" e "não gostos" do organismo - ao apego de valência ou valor a uma experiência e demonstrado por medidas comportamentais baseadas no condicionamento operante, que é o aprendizado por tentativa e erro, por meio do qual, a força de um comportamento é modificada por reforço ou punição. Logo, se a consciência afetiva é baseada em mecanismos da emoção em mamíferos superiores, então, mesmo os primeiros vertebrados teriam alguma forma de consciência de valências e magnitudes, pois eles teriam têm "gostos" e "não gostos" e, portanto, consciência afetiva, ao menos, rudimentar (Feinberg & Mallatt, 2013).

Mas possuir esquemas de emoções não é a única condição, pois para Feinberg e Mallatt (Feinberg & Mallatt, 2013), isso se deve também às capacidades progressivamente mais sofisticadas dos cérebros de animais maiores (peixes, anfíbios, répteis, aves, mamíferos e também cefalópodes) nas últimas centenas de milhões de anos. Eles foram capazes de formar as representações internas de seu ambiente externo (a partir de 560 milhões de anos atrás) e interno/afetivo (520 milhões de anos atrás), ou seja, mapas ou modelos de seu ambiente externo e de seu próprio corpo e ações, com comportamentos correspondentemente mais flexíveis (Feinberg & Mallatt, 2013).

O mecanismo da visão pode ter sido o primeiro e mais importante dos sentidos de distância a evoluir e pode ter lançado as bases para a produção de imagens mapeadas e topográficas do ambiente externo, que pode ser um requisito e formando a base para a consciência sensorial (consciência primária) (Feinberg & Mallatt, 2016). Outros autores (Edelman, 1992) argumentam que os peixes, anfíbios, répteis, pássaros e mamíferos podem construir tais mapas ou representações internas do mundo exterior em seus cérebros, um exemplo de vertebrado relativamente primitivo com um tipo de sistema nervoso ancestral e com a capacidade de construir representações internas básicas, seriam as ‘Lampreias’, organismos que são parecidos com as enguias (Feinberg & Mallatt, 2016). Assim, à medida que os cérebros se tornaram mais complexos e conectados de forma intrincada, as bases para a consciência sensorial se tornaram ainda mais enriquecidas, com as representações internas não apenas do ambiente externo, mas do *self* enquanto um mapeamento no cérebro do corpo e de suas ações (Feinberg & Mallatt, 2016; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019).

Algumas abordagens evolucionistas (Feinberg & Mallatt, 2013; Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Ledoux, 2019) regressam muito na história evolutiva das espécies até depois da "Explosão Cambriana" (neste caso, por volta de 440 milhões de anos atrás), tanto que, sugerem que há duas estruturas que constituem importantes elementos de construção da consciência, sendo a primeira, o tectum óptico do mesencéfalo em peixes e anfíbios (Graziano, 2019), e a segunda, o sistema límbico em répteis, aves e mamíferos (Feinberg & Mallatt, 2013). Por exemplo, os répteis são alguns intermediários na evolução dos córtices cerebrais, e o tectum ainda desempenha um papel importante no processamento de informações sensoriais, como nos processos de orientação da atenção (Graziano, 2009). Apesar da maioria das abordagens evolucionistas considerar que a consciência é bastante dependente do córtex cerebral e, portanto, considerar que apenas os pássaros e os mamíferos são capazes disso, ao argumentar que as formas elementares primitivas da consciência sensorial são baseadas na capacidade de formar representações internas a partir da percepção sensorial, Feinberg e Mallatt (Feinberg & Mallatt, 2013; Feinberg & Mallatt, 2016) empurram essa capacidade ainda mais para trás na evolução para se aplicar a todos os vertebrados e também aos cefalópodes e artrópodes.

Desse modo, nesse estágio inicial, as ideias centrais são um ecossistema que dá suporte aos vários organismos e que tais organismos possuem um sistema nervoso central/periférico e um corpo que interage com o ambiente interno. Tais organismos adquirem as informações do ambiente externo e interno por meio de sistemas sensoriais, contudo o sistema nervoso central codifica as informações de modo implícito formando os mapas e as representações do ambiente externo e interno de modo não-simbólico e distribuído. A função do sistema nervoso central é proporcionar a interação entre os organismos que o possuem com o ambiente externo. O sistema nervoso central modifica o estado do corpo para prepará-lo para as ações e operar no ambiente externo. Isso tende a ser bem-sucedido e aumentar as suas probabilidades de sobrevivência do organismo.

1.1.2. Estágio 2

No Estágio 2 (figura 2), os organismos podem expressar as informações comportamentais implícitas e os estados corporais como um meio de transmitir as informações aos outros organismos. Nesse sentido, as expressões faciais agressivas e as

danças de acasalamento são expressões comportamentais que estão diretamente relacionadas às informações que elas representam, por exemplo, os dentes expostos representam a agressividade afetiva, a postura rebaixada representa a submissão e as danças de acasalamento representam a coordenação motora. As expressões emocionais são os estados internos e as respostas automáticas não-conscientes como resultado do registro do corpo (Prinz, 2004; Prinz, 2012) e como uma resposta mais ou menos adaptativa ao ambiente (Ohman et al.; 2001; Ohman, 2005). Acima delas, há os sentimentos das emoções que são construídos cognitivamente de modo não-consciente (Damasio, 1994). Se estas respostas podem ser lidas por outros organismos, não-necessariamente co-específicos, então a expressão das emoções também é um tipo de comportamento comunicativo.

Os EMs, como a SMH (Damasio, 1994; Damasio, 2010; Damasio, 2018) e a HOTEC (Ledoux, 1991; Ledoux; 2012; Ledoux, 2019) têm nas origens das emoções um momento solene seja mais cedo (SMH) ou mais tarde (HOTEC), tal qual, foi exposto na seção 3 do capítulo 1. Para a HOTEC, pesar sobre a relação entre os sentimentos emocionais e a consciência é um empreendimento capital. Como foi exposto na seção 3 do capítulo 1, onde os dois modelos em "Teorias das Emoções" foram comparados, sem querer recapitular toda a argumentação, mas somente alguns passos-chave, é de conhecimento na área de Neurociência Comportamental, que Joseph Ledoux (Ledoux, 1991) baseia, parte do arcabouço teórico e a fundamentação experimental da HOTEC, em sua própria pesquisa sobre a relação entre o medo e as respostas de defesa (Ledoux, 1991; Ledoux, 1998; Ledoux, 2000; Ledoux 2012), enfocando na evolução das emoções e dos sentimentos em animais mamíferos e na sua relação com a consciência (Ledoux & Brown, 2017).

A HOTEC argumenta que os sentimentos conscientes de medo e outros sentimentos emocionais foram um complemento evolutivo posterior às respostas fisiológicas e comportamentais de defesa e dependem da cognição não-consciente e das redes cerebrais que dão suporte, como as redes-fronto parietais e seus *hubs* importantes como as áreas ventrais, laterais, mediais e orbital do PFC, a Ínsula, o Cingulado Anterior (ACC), o Polo Frontal, ou seja, tudo o que ele chama em conjunto de "Redes Gerais da Cognição" (GNC) e que já foi ponderado em subseções precedentes (Ledoux, 2019). Para a HOTEC, (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019) se as expressões emocionais dependem da cognição, então o processamento cognitivo não-consciente pode ter

antecedido evolutivamente as emoções, contrariamente, como sugere a SMH no tocante as emoções primárias e secundárias (Damasio, 1994). Com base nesta linha argumentativa, as expressões emocionais são processadas cognitivamente (no caso, os sentimentos emocionais), indicando que, então algumas formas elementares de consciência (por exemplo, a consciência anoética) podem ter surgido antes das emoções mais sofisticadas (Ledoux, 2019). Adicionalmente, LeDoux (Ledoux, 2019) sugere que a experiência humana da emoção é provavelmente muito diferente daquela que os outros animais não-humanos experimentam: ele não nega emoções sofisticadas em outros animais, mas propõe que o que os animais-humanos chamam de "emoção" (neste caso, os sentimentos das emoções) depende da chegada prévia de cognição e da cultura complexas. Logo, Ledoux (Ledoux, 2019) conclui que a experiência humana de emoção é muito moldada pela cultura e vida social interdependente.

Como defendido acima, se os circuitos subcorticais não são responsáveis pelos sentimentos das emoções, mas fornecem as entradas não-conscientes de ordem-inferior que se fundem com os outros tipos de sinais neurais na montagem cognitiva de experiências emocionais conscientes pelos circuitos corticais (Ledoux & Brown, 2017), a HOTEC enfatiza o processamento cognitivo não-consciente, isto é, os processos cognitivos não-conscientes que permitem aos organismos controlar seus comportamentos complexos, sem ter que recorrer à participação da consciência no controle cognitivo (Van Gaal, et al., 2012) que se instalam na qualidade de estados de ordem-superior (Brown & Ledoux, 2017; Ledoux, 2019). A maior parte do comportamento rotineiro, e até mesmo um comportamento bastante complexo, é executado por processos cognitivos não-conscientes (por exemplo, como a maior parte do controle motor, muito do processamento de linguagem, das tarefas executivas e assim por diante) que tem a vantagem de reduzir a carga cognitiva no processamento consciente de informações (Ledoux & Brown, 2017). Mas o processamento consciente de informações permite maior controle comportamental e respostas mais flexíveis aos estímulos do que os processos cognitivos não-conscientes (Dehaene Et Al., 1998; Ledoux, 2020).

O que se está argumentando aqui, como relevante para o Estágio 2, é o papel do processamento cognitivo não-consciente para as expressões emocionais. No parágrafo acima, foi exposto que nem todas as informações na WM são experimentadas conscientemente, em outras palavras, a informação pode ser representada na memória de WM e usada no pensamento e na ação em um nível não-consciente (Van Gaal, 2012;

Bergström & Eriksson, 2018). Alguns aspectos não-conscientes da memória de trabalho, como o armazenamento temporário de memória, envolvem vários processadores de baixo nível (sensorial) e intermediário (memória) que interagem com a rede pré-frontal (Ledoux & Brown, 2017). Mas as áreas pré-frontais também foram implicadas na WM não-consciente (Persuh Et Al., 2018).

Para a HOTEC (Brown & Ledoux, 2017), as expressões emocionais e os estados de humor, por exemplo, o sentimento emocional de medo e a ansiedade são os circuitos que provém uma resposta fisiológica defensiva (Rachman & Hodgson, 1974) e conforme sugerem os experimentos como "*backward masking*" e "c*ontinuous flash suppression*" (Anderson & Phelps, 2002; Bonermann et al., 2012) traçando uma linha entre a SMH e a HOTEC, pois sugerem duas vias de processamento das emoções (Brown & Ledoux, 2017). A via subcortical modula a experiência de medo, mas não participa, diretamente, da experiência de ter um sentimento sobre a emoção básica de medo (Brown & Ledoux, 2017). Portanto, esse segundo tipo de emoção são HORs processadas cognitivamente e instanciadas nas GNC (Brown & Ledoux, 2017). Desse modo, a HOTEC procura reunir (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2020; Ledoux, 2021) evidências consideráveis sugerindo que os processos cognitivos subjacentes às representações da WM, envolvendo as áreas pré-frontal e parietal, podem ocorrer sem gerar conteúdo consciente. Apesar de Block (BLOCK, 2011) aceitar o processamento da WM e da atenção seletiva não-consciente, se baseando no modelo de "Processamento Recorrente" (RP) (Lamme, 2006), ele questiona a capacidade da WM e da atenção seletiva dizendo que, por exemplo, o processamento não-consciente na WM é não-robusto e duradouro para guiar o comportamento (Block, 2011). Todavia, tal linha investigativa é rebatida pelas GWM de Baars (Baars & Francklin, 2003) e GNW de Dehaene (Dehaene et al., 2006) indicando que a retenção temporária não-consciente, envolvendo o processamento da GNC, pode durar consideravelmente mais do que o relatado, se mostrando resistente em tarefas de distração e relacionada à ação prospectiva (Ledoux, 2019)[91].

Uma função importante relegada à WM é a capacidade de evocar as informações armazenadas na memória de longa-duração (LTM). A LTM, armazenada por meio do sistema de memória do lobo temporal medial, é não-consciente até ser recuperada na WM,

[91] Para avaliar a capacidade/robustez da memória de trabalho não-consciente, os estudos de pacientes com visão cega podem ser mais úteis que os procedimentos do tipo mascaramento, uma vez que exposições a estímulos não-conscientes com duração de segundos podem ser usadas (Ledoux, 2019).

assim, mostrando como a informação cognitiva não-consciente (em oposição à sensorial) pode existir como uma representação não-consciente de ordem-inferior (FOR) que se é re-representada (HOR) nos circuitos da WM, então se pode torná-la consciente (Ledoux & Brown, 2017). Assim, segundo a HOTEC, a percepção consciente é, portanto, baseada em processos não-conscientes sustentados pela atividade no PFC. Em outras palavras, as representações não-conscientes, instanciadas nas GNC, podem se tornar conscientes ao serem re-representadas (HOR) na WM (Ledoux, 2019).

Contudo, o que seria necessário, segundo a HOTEC, para que uma experiência de uma expressão emocional seja experimentada conscientemente? O modelo HOTEC propõe que a evidência de que as funções executivas, como atenção e WM, estão implicadas em alguma tarefa não mostra que a tarefa dependa da consciência (Ledoux & Brown, 2017). Como a atenção e a WM podem operar não-conscientemente, esses processos, embora necessários, não são suficientes para a consciência, no entanto, somente quando essa informação não-consciente é re-representada da maneira apropriada, a percepção consciente ocorre (Brown et al., 2019). Uma crítica à essa visão poderia ser exibida se pensar que não é individualizado se o processamento na WM refere à codificação de informação em uma representação não-consciente ou consciente: essa questão foi expressa por pesquisadores (Jabob et al., 2015) que observam que a experiência consciente da informação na WM envolve, por meio de modulação descendente adicional, a criação de uma representação distinta adicional do conteúdo da memória. Isso deixa em aberto a questão de qual é a representação de ordem-superior apropriada na WM, o que poderia ser um problema para a HOTEC, visto ela reformular as "Teorias de Ordem-Superior" (HOTs) incluindo um terceiro tipo de representação como o esquema do *self* (Brown et al., 2019). Em outras palavras, as GNCs, que contribuem para a consciência, não constituiriam um sistema unificado singular e as pesquisas futuras precisarão separar ainda mais os diferentes processos cognitivos que recebem a contribuição desses circuitos, avaliar as suas contribuições para a consciência e determinar se alguns contribuem para as representações não-conscientes e outros para as HORs que tornam o processamento consciente.

O Estágio 2 ainda posiciona o papel dos fatores sociais na evolução da cognição em animais humanos e não-humanos ao sugerir que as expressões emocionais transmitem as informações sobre o ambiente e os estados internos do organismo aos organismos não-necessariamente co-específicos (Pinker, 2003; Tomasello, 2010). No caso da

comportamento não-verbal, como foi detalhado na seção 1 do capítulo 2 sobre a "Sinalização Geral", os sinais ou a expressão comportamental, desempenhado por algum organismo, têm como objetivo sinalizar um estado do ambiente (Marler & Evans, 1996), uma disposição interna (Lewis & Cratsley, 2005), ou até influenciar (Krebs & Dawkins, 1984) os outros organismos, não necessariamente co-específicos, harmonicamente (Millikan, 2004) ou desarmonicamente (Stegmann, 2009), com propósitos comunicativos.

No caso do comportamento verbal, segundo a abordagem adaptacionista (Pinker & Jackendoff, 2005a), uma vez que os sistemas, que dão vazão as funções cognitivas foram acoplados, muitos dos recursos aprimorados da cognição humana, como a WM, a atenção *top-down*, a metacognição e assim por diante, poderiam ter resultado no processamento de padrões aprimorados para o pensamento conceitual e a recursividade hierárquica em vista da comunicação sobre os estados internos, a leitura de mente e a cultura (Pinker & Jackendoff, 2005a). No caso da linguagem, os sinais são específicos da espécie passível de serem interpretados (codificados/decodificados) por outros organismos. Em pesquisas no universo da neurociência da empatia, segundo o "Modelo da Simulação", a interpretação se realizada por meio de células-espelho e um mecanismo de simulação, na qual, a informação é interpretada de acordo com o estado a que se assemelha e consequentemente evoca nos outros organismos (Gallese, 2001; Gallese et al., 2004; Goldman & Sripada, 2005). Com isso, o CNS modifica o estado do corpo para se prepara para as ações e para operar no ambiente externo permeado por outros organismos.

Por fim, segundo a HOTEC (Ledoux, 2019), pensando em como uma resposta de defesa pode ser diferenciada dos sentimentos das emoções, é possível exemplificar por momentos a partir de um contexto que elícita uma resposta automática: sendo assim, imagine que um organismo (pode ser um roedor, ave ou primata) perceba uma ameaça, como a visão de uma cobra em seu nicho ecológico; por um lado, ele poderia ter respostas viscerais, somáticas e comportamentais, mas poderia haver uma via lenta de processamento. Neste outro caso, em seguida, os fluxos de processamento de estímulos que começam na retina e continuam através dos vários estágios do córtex visual e criam uma representação da cobra enquanto uma FOR; então, por meio de conexões do córtex visual ao lobo temporal medial e ao GNC, essa representação é integrada às memórias semânticas de longo prazo, permitindo que as informações factuais sobre as cobras e o

seu potencial de causar danos sejam representadas não-conscientemente na memória de trabalho (constituindo uma HOR); é esta informação não-consciente que é então a base para uma nova representação (uma modificação nas HOTs com a adição de uma HOR, HOR+OR) que permite uma experiência noética não-verbal consciente dos fatos da situação, ou seja, uma consciência de que uma situação potencialmente perigosa está se desenrolando; por fim, a recuperação do *self*-esquema e do conceito de *self* na representação permite que a representação constitua uma experiência autônoma da qual o "eu" faça parte (uma *Self-HOROR*).

Portanto, o Estágio 2 concerne à expressão das emoções de modo não-consciente, mas cognitivamente elaboradas. Isso exige o processamento cognitivo não-consciente e a representação das informações de modo implícito, primeiro, como uma FOR e, posteriormente, como uma HOR. Essas são condições prévias, mas não suficientes para o mecanismo consciente que é apresentado no último momento. Antes de avançar para o Estágio 3, é pertinente comentar acerca do outro lado da moeda, ou seja, dos aspectos conscientes da WM, especialmente, daquilo que depende do *Episodic Buffer* (EB) já abordado na seção 5 do capítulo 1 (Baddeley, 2000b) como um processo que integra as informações de processadores de nível inferior para produzir as representações de nível superior (HORs) que dão coerência às experiências conscientes (Ledoux, 2019). Neste caso, por exemplo, imagine quando alguém está a experimentar uma partida de futebol, incluindo o canto da torcida, os jogadores, o campo de futebol e o espaço geral da partida que são integrados na forma de uma HORs que o sujeito pode se concentrar em um detalhe de vez em quando, mas isso não o isola completamente de seu contexto. EB pode ter um papel vital em recuperar as informações de contexto episódico. Particularmente relevante também é a sugestão que as funções cognitivas atribuídas ao EB podem depender do PFC e, especialmente, do polo frontal (Schacter & Addis, 2007). Consistente com isso são os resultados que implicam o polo frontal na capacidade de introspecção sobre si mesmo (Fleming Et Al., 2010). As áreas pré-frontais, especialmente o pólo frontal e a $_{DL}$PFC são adequadas para desempenhar os papéis importantes, se não cruciais, em concepções complexas e talvez na própria experiência consciente das emoções (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019; Ledoux, 2020).

1.1.3. Estágio 3

Por fim, o Estágio 3 é apresentado na figura 3, possuindo quatro características adicionais em relação ao Estágio 2. Este é o ponto fulcral da hipótese de trabalho proposta aqui neste texto. O elemento-chave consiste em sugerir a função comunicativa ao mecanismo consciente através da relação entre 3 elementos. As representações simbólicas (4) dependem da atividade das funções executivas, majoritariamente, a memória de *trabalho e os seus subcomponentes* (1), do s*istema cognitivo-computacional que possui uma estrutura sintática hierárquica* em seu centro possibilitando a função da recursiva da linguagem (2) e, por fim, do *mecanismo consciente de tipo noético* que tem a *função* de *traduzir* os estados internos do organismo em externos *representando-os simbolicamente* mediante o controle da interação entre a WM e o sistema sintático (3).

Fica saliente a defesa da consciência noética verbal como o mecanismo consciente que funciona como um coordenador da atividade de consolidação das estruturas simbólicas, primeiro, pela memória de trabalho e, depois pelo sistema cognitivo-computacional. A WM realiza a consolidação de diferentes estruturas simbólicas e o sistema cognitivo-computacional faz a mesclagem de diferentes estruturas simbólicas construindo estruturas cada vez mais complexas. Desse modo, a WM codifica os verbos, sujeitos, advérbios, adjetivos, substantivos, e assim por diante, como um pré-processamento que será complementado pelos sistemas cognitivo-computacionais inter-relacionando essas estruturas simbólicas construindo as estruturas simbólicas cada vez mais complexas, como os conjuntos de sentenças, segundas regras sintáticas fixas. A consciência noética do tipo verbal é o mecanismo que promove a interação entre dois sistemas de modo coordenado. Em outras palavras, o meca*nismo consciente de tipo noético verbal funciona como um coordenador da atividade da memória de trabalho, inicialmente para diferenciar tipos de estruturas simbólicas, e do sistema cognitivo-computacional para as codificações subsequentes, na qual, as diferentes estruturas simbólicas individuais são mescladas para formar as estruturas simbólicas compostas e mais complexas.* Isso permite transformar os estados discretos internos, como os estados emocionais, em comportamento simbólico expresso através de representações simbólicas de alta-ordem. Neste sentido, há três níveis de codificação:

- **Codificação Inicial:** Os estados internos são antes codificados como representações de primeira ordem, como quando se codificam objetos, pessoas e símbolos em áreas sensoriais primárias e secundárias.

- **Codificação Intermediária:** Depois, isso é representado na WM como codificação não-verbal, primeiramente. Mas é sobre a confiança não-verbal de alta ordem que ocorre a negociação simbólica para distinguir classes e tipos de estruturas simbólicas.
- **Codificação Final:** O sistema cognitivo-computacional faz a mesclagem de estruturas colocando-as segundo uma ordem gramatical para formação de estruturas simbólicas compostas e mais complexas.

Logo, a implicação que decorre do argumento para a hipótese de trabalho é que *a consciência noética de tipo verbal antecede filogeneticamente a linguagem, mas também postula uma interdependência dos três sistemas, (1) Memória de Trabalho, (2) Sistema Cognitivo Computacional e (3) Consciência Noética Verbal. O resultado dessa interação é a geração de estruturas simbólicas complexas (4).* Portanto, o argumento só pode ser considerado se tomar todos os elementos da interação e considerar o modo específico da interação.

Repetindo, o *elemento de originalidade da hipótese de trabalho reside em estabelecer um vínculo entre três elementos (memória de trabalho e os seus subcomponentes (1), sistema cognitivo-computacional (2) e a consciência noética (3).* O que é dito sobre a memória de trabalho e sobre o sistema cognitivo-computacional está presente na literatura. Não obstante, *o que não está presente é a maneira específica como a hipótese de trabalho preconiza*. Em outras palavras, os elementos (1,2 e 3) *nunca foram postos em relação desta maneira*. Eles são relacionados de uma maneira específica que é explicitada aqui. Ficará saliente também a distinção relevante entre a consciência noética não-verbal e a verbal, *sendo a última, a candidata mais provável para exercer esta função comunicativa traduzindo as representações implicitamente codificadas em representações explícitas codificadas simbolicamente*. Portanto, este texto consiste numa *defesa da consciência como um tradutor de estados internos em externos e que também é a consciência noética verbal que coordena a atividade da memória de trabalho e do sistema cognitivo-computacional para performar esta função.*

Por conseguinte, a "Função da Consciência" é que *a consciência noética verbal promove a interação entre estes sistemas controlando o input/output, o início/cessão das atividades e edição final para a formação das estruturas simbólicas como representações extrínsecas passíveis de comunicação*. Isso é elementar para compreender a hipótese.

Complementarmente, a função comunicativa trouxe certas vantagens adaptativas aos organismos que possuem os mecanismos mencionados, a saber, o Mecanismo Consciente, a WM e o Sistema Cognitivo-Computacional. Apesar de perder em agilidade, observada em sistemas de comunicação mais diretos, os organismos possuidores desses recursos, tem uma vantagem adaptativa conferida, pois tais organismos vivem em uma organização socialmente interdependente (de parentes e não-parentes, de cooperando entre si e de compartilhamento de *know-how* tecnológico) podem, agora, *comunicar aos outros organismos os seus estados internos tais como o estado do seu corpo, as suas intenções, os seus planos e as características do ambiente com mais diversidade, flexibilidade, especificidade e precisão* que a comunicação comportamental não-simbólica que é mais direta e rápida, pois, neste último caso, as representações referem aos estados internos sem intermediação e preparam o corpo para a ação.

No capítulo 1, especialmente na seção 6, foi exposto sobre as propriedades neuronais e funcionais da WM e da atenção *top-down*. Inicialmente, o texto recaiu sobre as funções primárias de cada subcomponente da WM, a saber, da PL, VSSP, EB e CE já destacados na literatura da área há algum tempo (Baddeley & Hicth, 1974; Baddeley, 2000b; Andrade, 2001), mas não imune às controvérsias (Schlegel et al., 2013; Larocque et al., 2014; Chai et al., 2018; Persuh et al., 2018). Posteriormente, a abordagem aqui proposta dedicou-se a aventar sobre como cada subcomponente da WM participa da codificação de informações simbólicas, ao menos, antes do processamento pelo sistema cognitivo-computacional (Gathercole, 2006; Baddeley, 2007; Vughs et al., 2013). Assim, no Estágio 3, esta é a relação que importa.

Uma das premissas essenciais da hipótese de trabalho é que a WM está envolvida em tarefas de codificação de informações de natureza linguística. Na literatura é assumido que o subcomponente da PL desempenha função de lidar com a codificação de informações em linguagem oral (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley et al., 1998b). Uma parte importante do argumento procurou fixar-se na relação entre o *loop* fonológico com a produção da fala (Adams & Gathercole, 1995), com o desempenho em memória e expressões linguísticas mais longas (Adams & Gathercole, 1996), na aquisição sintática de segunda língua (Ellis & Beaton, 1993) e na compreensão de leitura (Holsgrove & Garton, 2007). Um apoio importante ao argumento é que PL participa da decodificação dos sons da linguagem oral e da estocagem disso na memória, sendo isso possível, pois o processamento em PL condiz à capacidade de empregar a correspondência entre a

estrutura sintática sonora da linguagem oral e a ortografia alfabética da linguagem escrita (Tunmer & Hoover, 1992). Parte do apoio que a codificação sintática e o desempenho em PL estão correlacionados vieram de pesquisas sobre crianças com SLI e, ao mesmo tempo, comprometimento em PL (King & Just, 1991; Gathercole, 1996; Schwering & Macdonald, 2020; Delage & Frauenfelder, 2020). Ao que parece, então, a dependência entre o baixo desempenho em PL e SLI é condicional indicando que isso pode ser verificado se ambas acontecerem simultaneamente (Gathercole, 1996).

A despeito disso, há indicação que os outros subcomponentes da WM podem ter um papel relevante na codificação linguística. Embora haja menos evidências da dependência mútua entre o alto desempenho em tarefas específicas no VSSP, no que diz respeito à codificação da informação visual e espacial, e no SLI, incluindo aspectos fonológicos, morfológicos, lexicais e gramaticais, no entanto, Graf Estes e colaboradores (Graf estes et al., 2007) e Vugs e colegas (Vugs et al., 2013) encontraram uma correlação menos forte entre o desempenho de crianças com SLI e neurotípicos em tarefas VSSP. As dificuldades de crianças com SLI em tarefas VSSP implicaram em dificuldades de armazenamento que foram menores em magnitude do que as dificuldades de armazenamento verbal. Assim, embora as crianças com SLI tenham dificuldades, em particular, com a complexidade visual (Leclercq et al., 2012), a VSSP mais fracas e os distúrbios de linguagem precisam ser melhor estudados para verificar se a correlação pode ser maior que a média (Vugs et al., 2013).

A CE tem como função primordial de coordenar a atividade tanto do FL quanto do VSSP (Baddeley, 2010). Os dois subcomponentes mencionados acima têm a sua especificidade e uma conexão mais forte e mais fraca com a codificação da informação linguística, respectivamente. No entanto, além do foco na função primária da CE, o que importa é a conexão da CE com a consciência (Baars & Franklin, 2003; Van Gaal, 2012; Persuh et al., 2018). Particularmente importante é a forma como a CE se relaciona com a atenção seletiva (Baddeley, 1993; Awh et al., 1998; Cowan et al., 2005; Chun, 2011). Essa perspectiva permite pensar a relação entre a atenção e a WM de duas formas: (1) a atenção como mecanismo de seleção implica na possibilidade da atenção contribuir com a CE nas tarefas de coordenação dos subcomponentes, evitando conflitos e possibilitando a ação simultânea dos dois subcomponentes especialistas, a saber, PL e VSSP, por meio dos recursos de filtragem de estímulos irrelevantes e remoção de representações que não são mais relevantes para a WM (Logothetis, 1998; Oberauer, 2019); (2)a segunda área

diz respeito ao papel da WM no controle cognitivo quando a WM contribui para controlar a atenção perceptiva, mantendo os modelos para os alvos de seleção perceptiva e controlando a ação, mantendo os conjuntos de tarefas para implementar os objetivos atuais (Dehaene et al. 1998; Dehaene et al., 2001; Persuh et al., 2018).

Assim, o quando falou-se dos modelos neuronais, a indagação trazida para síntese é que as redes frontais da WM, as redes fronto-parietais da atenção e as redes de modo padrão da consciência (Dehaene et al., 1999; Dehaene et al., 2006), suportam a interação entre o mecanismo consciente, a atenção e a WM, nas funções de filtragem (OBERAUER, 2009) e de controle para a ação (Dehaene et al., 1998; Persuh et al., 2018) na relação entre a consciência e a WM em tarefas de PL, baseadas em regularidades linguísticas para a codificação simbólica e de VSSP para a semântica visual que são monitoradas e coordenadas pela CE (Baars & Franklin, 2003).

O sistema cognitivo-computacional refere à capacidade do mecanismo em mesclar os objetos sintáticos para a formação de novos objetos (Berwick et al., 2013). Nesse sentido, a linguagem é um sistema de infinito discreto baseada em um mecanismo computacional particular, realizado neuralmente, que produz uma matriz infinita de expressões estruturadas (Bolhuis et al., 2014). Neste aspecto, a hipótese de trabalho reclama que um requisito cognitivo geral para a pesquisa computacionalmente mínima ou eficiente é necessário para explicar grande parte da sintaxe da linguagem humana. Isso não implica que o sistema cognitivo-computacional, que possui uma estrutura sintática hierarquia no seu núcleo, seja a única interface necessária e suficiente para explicar a emergência da linguagem e, logo, o dispositivo diferencial entre a linguagem em humanos e os sistemas de comunicação mais avançados presentes em animais não-humanos (Pinker, 2003, Pinker, 2010), mas tão somente que este núcleo computacional é capaz de combinar as representações linguísticas (Pinker, 2010; Berwick et al., 2013). Desse modo, segundo a hipótese de trabalho aqui defendida, o mecanismo consciente requisita a estrutura sintática hierárquica para mesclar símbolos formando palavras e sentenças de modo que possam ser decodificadas por membros co-específicos que possuem o mesmo sistema de codificar/decodificas as representações simbólicas. Desse modo, o mecanismo computacional é composto por regras sintáticas e representações linguísticas e opera (‘*merge*’) construindo novos elementos representacionais de elementos já construídos (Bolhuis et al., 2014).

Um passo importante do processo argumentativo é aventar acerca da relação entre as funções executivas e o sistema cognitivo-computacional da sintaxe. No caso da codificação informacional da sintaxe da linguagem humana, há um algoritmo de "rotulagem" como parte do próprio sistema linguístico que codifica as informações simbólicas inicialmente elaborando uma espécie de "filtragem" para o processamento sintático seguinte, em outras palavras, a perspectiva da Tese Minimalista Forte (SMT), é que a WM poderia codificar as informações simbólicas com um padrão específico para cada elemento que se compostos juntos, então eles integraram uma frase: tal como em uma combinação {*ate*/comeu, *the apples*/as maçãs}, um elemento ('*ate*') é usado para rotular o composto recém-criado como um verbo (Bolhuis et al., 2014). Segundo a SMT de Chomsky e colegas (Hauser et al., 2002; Berwick et al., 2013; Bolhuis et al., 2014), essa representação simbólica já codifica muito daquilo que a sintaxe requer para a posterior computação sintática indicando o que é verbo, predicado e assim por diante e seleciona o item lexical que será, posteriormente, composto. Assim, o composto *'ate the apples'*/"comeu as maçãs" forma um novo objeto sintático, neste caso, uma frase (uma frase verbal) e essa estrutura é rotulada com as características verbais de '*ate*', tendo, portanto, as propriedades verbais, pelo menos no que diz respeito à sintaxe linguística, bem como para quaisquer propriedades de som e significado (Bolhuis et al., 2014). Desse modo, a computação prévia, que marcará um núcleo lexical (como um verbo, preposição ou adjetivo) exibe sempre o mesmo padrão característico de codificação dos elementos que serão compostos e possui como correlatos neurais as redes frontais e parietais (Friederici, 2002; Friederici, 2003; Berwick et al., 2013).

O argumento, apresentado no Estágio 3, é que o mecanismo consciente traduz os estados internos do organismo, representados implicitamente, em representações explícitas passíveis de serem comunicadas aos outros organismos, primeiro, engajando a WM (e os seus subcomponentes especialistas em linguagem) por meio da interação com a atenção seletiva e, depois, convocando o sistema cognitivo-computacional que faz o trabalho de mesclagem das representações simbólicas segundo as regras gramaticais bem definidas. O núcleo do argumento é que o mecanismo consciente pode ser composto pela consciência de tipo noética verbal. Tal mecanismo poderia realizar este trabalho de tradução de estados internos e em estados externos simbólicos e, ademais, isso poderia insinuar uma diferença tangível entre os sistemas de comunicação mais avançados em animais não-humanos, como nos primatas não-humanos, e a linguagem em humanos.

Desse modo, isso remete à terceira característica observada no Estágio 3, a saber, o mecanismo consciente.

Segundo a HOTEC, a consciência noética não-verbal é vinculada à WM e é mantida pelas redes gerais da cognição que são um termo que refere ao conjunto de redes cerebrais constituídas, predominantemente, pelos lobos frontal e parietal retendo algumas estruturas em destaque, ou seja, as redes fronto-parietais e seus *hubs* importantes como as áreas ventrais, laterais, mediais e orbital do PFC, a Ínsula, o ACC e o Polo Frontal (Ledoux & Brown, 2017, Brown et al., 2019, Ledoux, 2019). A consciência noética não-verbal é a consciência cognitiva dos fatos e/ou ideias sobre o mundo e sobre os estados internos do organismo, ou seja, é como se o organismo estivesse consciente de um estado de conhecimento sobre os fatos e baseado em representações internas armazenadas de objetos e eventos, mas não o caso da consciência cognitiva de si mesmo como uma entidade com passado, presente e futuro possível (Brown et al., 2019).

Aqui há que fazer uma separação crítica: segundo o Modelo Evolucionista da HOTEC, nos humanos, os estados noeticamente conscientes estão frequentemente ligados às memórias semânticas verbais, um aspecto caro à hipótese de trabalho, no entanto, há também memórias semânticas não-verbais. Isso poderia ser um problema se a Hipótese CLEC não vinculasse os três dispositivos aqui referidos no Estágio 3, a saber, a WM e os seus subcomponentes, a consciência noética verbal, não obstante, também incluí o sistema cognitivo-computacional da recursividade que, se posto em jogo, juntamente com os dois precedentes, pode ajudar a explicar a diferença entre estar consciente, por um lado, dos objetos e das pessoas, e por outro lado, dos símbolos (Ledoux, 2019).

Desse modo, apesar que o organismo possa verbalizar um conceito visual (por exemplo, árvore, pássaro, rio, alimento, companheira ou predador e assim por diante), também os organismos podem usar as concepções não-verbais para guiar o seu comportamento, assim como fazem os outros animais (Ledoux, 2019). Isso posto, talvez, uma forma não-verbal de consciência noética possa existir em primatas não humanos, e possivelmente em outros mamíferos, e talvez até em pássaros, e uma implicação é que deve ter precedido a consciência noética verbal (Ledoux, 2019). Mas, qual seria a diferença pontuada no texto entre os dois subtipos de consciência noética? Em síntese, a c*onsciência noética não-verbal não está vinculada funcionalmente ao PL, ao EB e ao*

sistema cognitivo-computacional da sintaxe e, neuralmente, não tem base nas redes gerais da cognição e da linguagem que dão suporte à consciência noética verbal. Isso não implica pensar que a consciência noética não-verbal não seja mantida pelas redes da cognição e tenha vínculo com uma arquitetura cognitiva que abarque a WM, *mas exclui-se, neste caso, somente os componentes especialistas em linguagem, ao menos, a PL e o sistema cognitivo-computacional conjuntamente arranjados*.

A consciência noética não-verbal está relacionada com três componentes fundamentais, a saber, as memórias semânticas, uma HOR adicional e as funções executivas. As memórias semânticas consistem em conhecimento factual e são experimentadas como estados "noéticos de consciência" (Tulving, 1985). Uma HOT modificada é uma variante de uma HOT clássica (Lau & Rosenthal, 2011). Ela postula uma HOR adicional que constitui uma relação HOR+OR (Brown et al., 2019). Isso é relevante, pois o estado de alta-ordem adicional corresponde à entrada do conteúdo semântico na WM (Ledoux & Brown, 2017). Desse modo, isso cria um estado de consciência sobre o conhecimento factual que, como foi dito acima, pode ser não-verbal ou verbal (Ledoux, 2019).

Ademais, as funções executivas têm um papel fulcral, isto é, as funções executivas (a memória de trabalho, a atenção, a metacognição e assim por diante) e os circuitos neurais (especialmente circuitos pré-frontais) subjacentes às HORs também são necessários para as experiências conscientes acerca dos estados internos do organismo e, se envolverem o incremento de estados de memória episódica e de estados de um esquema do *self*, então se têm as formas mais complexas de consciência, tal como a versão autonoética, assim, os estados internos, incluindo os estados emocionais, envolvem o *self* (Brown et al., 2019).

Com esse tipo de consciência (noética não-verbal), um organismo (neste caso, um animal não-humano) poderia ter consciência de estar na presença de perigo, de comida ou de parceiras (os), e talvez de memórias sobre os objetos e as situações, e talvez até pode ter uma sensação de familiaridade em situações recorrentes (Ledoux, 2019), mas, s*egundo a hipótese de trabalho, os organismos não-humanos não poderiam conceituar e verbalizar através de representações simbólicas, como os animais humanos fazem com a linguagem, pois os organismo humanos teriam o elemento-chave que seria a interseção entre os três dispositivos, a saber, as subcomponentes da WM, as estruturas cognitivo-*

computacionais sintáticas hierarquizadas e a consciência de tipo noética e subtipo verbal que coordena a interseção sistêmica (Damasio, 1998; Pinker, 2010; Bolhuis et al., 2014; Ledoux, 2019).

Segundo a hipótese de trabalho sugerida, as representações simbólicas (HOR) constituem elementos informacionais de codificação, não diretamente sobre os dados endógenos ou exógenos que estão já representados previamente (FOR), mas sobre as HORs das FORs (Ledoux & Brown, 2017). O mecanismo computacional deve ser capaz de combinar uma representação linguística (por exemplo, '*eat*'/comeu) com outras ('*the apples*'/as maçãs), produzindo representações linguísticas novas e maiores {'*eat the apples*'/comeu as maçãs} (Bolhuis et al., 2014). As informações que constituem a representação de parte do organismo em ação descrevem como o organismo está durante o ato de fazer outros registros (Damasio, 1996; Prinz, 2004). O constituinte básico dos registros do conjunto é o estado interno do organismo (Damasio, 2010). A descrição do momento é feita em uma linguagem não-verbal, uma linguagem de estados corporais, de informações somatossensoriais (Damasio, 2019).

Primeiramente, quando o corpo interage com o seu ambiente, ocorrem mudanças nos órgãos sensoriais do corpo como os olhos, os ouvidos e a pele, e então, o cérebro mapeia essas mudanças e, assim, o mundo fora do corpo adquire indiretamente alguma forma de representação dentro do cérebro (Damasio, 2010). Não obstante, segundo os propósitos da hipótese de trabalho, há que distinguir entre os dois tipos de representação de primeira (FOR) e alta-ordem (HOR) presentes na literatura (Block, 2011; Lau & Rosenthal, 2011). As representações internas permitem que um organismo se comporte com base nessas representações implícitas para os estímulos que não estão presentes e são uma FOR, neste caso, pode haver aquelas representações armazenadas de uma sugestão que tenha sido previamente associada à comida, ao perigo ou ao sexo (Feinberg & Mallat, 2016). As representações que podem então guiar o comportamento, independente da presença do estímulo real, são um segundo tipo de representação (HOR) construídas sobre um primeiro tipo (FOR) associado diretamente a codificação informacional do estímulo endógeno ou exógeno (Brown et al., 2019). Assim, é a representação mental (HOR) que agora está guiando o comportamento. Essa é uma representação implícita e não-simbólica que pode ser vista como uma re-codificação de uma FOR (Brown et al., 2019). No entanto, mesmo uma HOR não pode ainda ser externalizada linguisticamente, pois ela não é uma re-codificação simbólica, a menos que,

a HOR seja constituída pela interação entre as três características que definem o Estágio 3, a saber, quando o mecanismo consciente coordena a ação dos subcomponentes da WM e do sistema cognitivo-computacional para construir as representações simbólicas.

Como foi escrito previamente sobre a consciência noética, há uma diferença entre a consciência noética com e sem a interação com o sistema cognitivo computacional da sintaxe. Os animais são capazes de usar o conhecimento semântico não-verbal para resolver alguns problemas complexos, até mesmo muito complexos (Macphail, 1995), mas isso é diferente da evidência da consciência noética verbal que traduz os estados internos em externos formando representações que são simbólicas também. Segundo alguns EMs como a HOTEC (Ledoux, 2019) e ASM (Graziano, 2019) a ideia de uma consciência primária ou mais elementar ainda não resolve o problema de como demonstrar a consciência animal de forma inequívoca, pois sem a capacidade de relatar verbalmente, é difícil descartar as explicações não-conscientes e fazer mais que sugerir hipoteticamente sobre o tema da consciência animal[92].

No entanto, pensar em uma taxonomia da consciência pode permitir, pelo menos, conceber como os animais não-humanos poderiam estar conscientes dos eventos e de seu significado à medida que agem no seu nicho ecológico, por exemplo, como observado anteriormente, pode permitir que o animal esteja consciente da presença de comida nutritiva ou venenosa, de um (a) parceiro (a) para a cooperação ou de um (a) predador (a), ou de um (a) parceiro (a) em potencial, e também dos estados corporais, mas sem também ter as capacidades mais elaboradas subjacentes à capacidade de ser reflexivamente consciente de si mesmo como um participante em tais estados no presente ou passado, ou no futuro imaginado ou construir uma representação verbal desse contexto (Feinberg & Mallat, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019). Desse modo, um dos pressupostos da hipótese de trabalho é que os animais não-humanos podem ter HOR que dá suporte à um tipo de conhecimento semântico ou até inferencial orientados para as tarefas de sobrevivência e adaptação, mas é diferente de possuir o aparato que possibilita construir as representações simbólicas com o conteúdo verbal.

[92] O problema da consciência animal possui muitos obstáculos, mas um deles refere à questão metodológica sobre como o experimentador interpreta os estados conscientes de outras espécies (Pereira Jr, 2003; Edelman & Seth, 2009).

Em apanhado, então, nesta etapa, os sinais básicos e as expressões orais de um emissor são interpretados pelo receptor de acordo com a sua correspondência no sistema representacional simbólico e os estados implícitos relativos. Isso implica possuir as funções executivas que codificam as informações simbólicas, especialmente pelos subcomponentes especializados (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley & Della Salla, 1996; Baddeley et al., 2018d), um sistema cognitivo-computacional com uma estrutura sintática hierárquica em seu cerne que re-codifica a informação simbólica, segundo regras gramaticais, para a composição de estruturas linguísticas (Bolhuis et al., 2014) e o mecanismo consciente que coordena todo o aparato e realiza a tradução dos estados discretos em estados externos e decodifica os sinais recebidos. Adicionalmente, poderia haver ainda um mecanismo de simulação dos estados internos dos outros organismos que funciona como um modelo de simulação de espelhamento interpessoal e de leitura de mente de baixo e alto nível de projeção, mas que é mencionado na seção 6, como um fenômeno paralelo (Gallese, 2001; Gallese et al., 2004; Goldman & Sripada, 2005)[93].

Desse modo, então, as informações recém-chegadas, que são codificadas como representações implícitas sobre o ambiente e os estados do corpo, são convertidas em uma representação simbólica que é de natureza mais localizada no CNS, mais conceitual e estrutural que as representações primárias sobre os estados do corpo (Damasio & Geschwind, 1984; Damasio & Damasio, 1992; Fiederici, 2002; Hauser et al., 2002; Fiederici, 2003; Fang et al., 2015; Crittenden et al., 2016). Os objetos encontrados no ambiente são representados de acordo com as suas propriedades, comportamentos e funções (Feinber & Mallatt, 2016). Sendo assim, o objeto "cobra" é representado com características físicas específicas, com um certo tipo de comportamento, por exemplo, como rastejar, e com uma posição no contexto ecológico que o organismo que percebe está inserido, isto é, representando uma ameaça à sobrevivência (Ledoux, 2019). De modo similar, o objeto "pedra" é representado como um objeto associado às propriedades físicas específicas, por exemplo, certo peso, tamanho pequeno e uma função específica como produzir fogo ou para a construção (Pinker, 20013). De acordo com a proposta da hipótese

[93] A Teoria da Simulação da mente nega que a compreensão dos outros seja principalmente teórica (se posicionam contra o modelo da teoria da mente) por natureza e afirma que, ao contrário, usa-se a própria mente como um modelo para compreender a mente dos outros. Quanto aos simulacionistas, alguns afirmam que a simulação em questão envolve o exercício de imaginação consciente e inferência deliberativa (Goldman & Sripada, 2005), alguns insistem que a simulação embora explícita é de natureza não inferencial, e finalmente, há aqueles que argumentam que a simulação, em vez de ser explícita e consciente, é implícita e subpessoal (Gallese et al., 2004).

de trabalho, símbolos como estes podem ser manipulados para gerar novos símbolos, por exemplo, o símbolo “pedra” pode ser manipulado para gerar novos símbolos compostos, que podem incluir outros símbolos, por exemplo, como o símbolo “casa” (bolhuis et al., 2014).

Para tanto, segundo a hipótese aqui proposta, a codificação de símbolos é gerenciada e posta em ação pelas funções executivas, discriminadamente, pela WM e os seus subcomponentes coordenadores, como a central executiva, e especialistas em linguagem, como *Phonological Loop* e *Visuo-spatial Sketchpad* (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1986; Baddeley, 2018a). Depois, entram em cena o Sistema Cognitivo-Computacional que possui em seu centro as regras da sintaticamente hierarquizadas que possibilitam mesclar os símbolos para gerar os novos símbolos (Bolhuis et al., 2014) e o Sistema Semântico que é composto por conceitos e categorias que possibilita a associação semântica (Hutenberg et al., 2018), isto é, aos significados que correspondem a todos os itens lexicais e a todas as frases possíveis (Damasio & Damasio, 1992). As representações explícitas são representações de alta-ordem (Brown et al., 2019) e são traduzidas em sinais com significado linguístico (isto é, uma semântica verbal) de acordo com as regras específicas de combinação executadas pelo Sistema Cognitivo-Computacional de estrutura sintática hierárquica (Berwick & Chomsky, 2015), formando a expressão da linguagem oral passível de ser transmitida. As representações implícitas não podem ser traduzidas diretamente para a expressão da linguagem oral, porque as representações implícitas, que são FOR, não podem ser manipuladas pelas funções executivas, mas só quando elas são representadas como uma HOR na WM e manipuladas pela consciência noética verbal. Por fim, há vantagens adaptativas para os organismos que são capazes de comunicar os seus estados internos e as características do ambiente de modo detalhado e preciso se inseridos num domínio social e cultural interdependente (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2015a; Pinker, 2010).

Portanto, essa breve ilustração serve para ingressar com a hipótese de trabalho mais formalmente, isto é, que a consciência é um mecanismo de tradução de estados internos em externos. O conceito de consciente, então, refere à um mecanismo de recodificação da informação, podendo a origem da informação ser ambos uma representação dos estados internos do corpo e do mundo externo. A nova representação explícita (simbólica), necessariamente, é construída sobre uma HOR, no sentido que, indicam as Teorias de Ordem-Superiores (*High-Order Theories*-HOTs) de Hakwan Lau

e David Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011) e as modificações de Richard Brown, Hakwan Lau e Joseph LeDoux (Brown et al., 2019). Neste caso, o mecanismo consciente possui uma versão não-verbal, que representa os objetos do mundo, as memórias e os conceitos semânticos na WM enquanto uma representação não-consciente e não diretamente das entidades físicas, como postula as teorias de primeira-ordem (*First-Order Theory*-FOT) de Viktor Lamme (Lamme, 2020) e Ned Block (Block, 2011), mas que são eficientes para influenciar a ação.

Complementarmente, há uma versão verbal que possibilita codificar simbolicamente as representações (HORs) de objetos, memórias e conceitos. Essa coordenação é baseada em processos de codificação neural e processamento informacional em redes cerebrais de larga-escala. O importante ressaltar é que são três níveis de processamento: (1) o inicial, que codifica os símbolos de modo distinto aos não-símbolos, por exemplo, os objetos (isso pode incluir, além dos objetos, os animais, as pessoas, as faces de pessoas e assim por diante) e envolve redes estriatais e extra-estriatais; (2) o intermediário, que é realizado pela WM e faz um pré-processamento somente sobre os símbolos, ou seja, um tipo de filtragem prévia que distingue tipos de estruturas simbólicas (por exemplo, como sujeito, substantivo, verbo, advérbio, pronome e assim por diante) e é suportado pelo PFC; (3) e o final, que é comandado pelo Sistema Cognitivo-Computacional, neste caso, ocorre a mesclagem da estruturas simbólicas individuais em formas mais complexas construindo sequencias de sentenças e formando as narrativas e os discursos mantidos pelas redes fronto-parietais da linguagem. Em suma, num primeiro momento, este é um processo perceptivo e representativo dos processos internos, que, com o trabalho conjunto da WM (Baars, 1993; Baars & Franklin, 2003), do sistema cognitivo-computacional da sintaxe (Berwick & Chomsky, 2015) e coordenados pelo mecanismo consciente (Brown & Ledoux, 2017; Ledoux, 2021) podem ser transmitidos socialmente com objetivos comunicativos (Pinker, 2010).

1.1.4. Considerações Gerais

Desse modo, tomando em consideração a prévia apresentação dos três estágios de desenvolvimento do mecanismo consciente para a rota explicativa da hipótese de

trabalho, cabe ressaltar novamente alguns pontos da proposta. Um pressuposto importante do argumento, aqui nesta seção, é uma abordagem gradualista e cumulativa de funções e propriedades (Pinker, 2003), o que justificaria, como alguns pesquisadores fazem, voltarem muitas etapas da história evolutiva (Dennett, 2017, Ledoux, 2019). Os sistemas sensorial e comunicativo mantêm muitos de seus elementos que são blocos de construção de mecanismos mais sofisticados, desse modo, os sistemas sensoriais são preservados e operam em todos os estados de desenvolvimento, contudo de diferente modo dos sistemas simbólicos. Inicialmente, um sistema sensorial possui a função de um mecanismo de registro de qualquer evento ocorrido no ambiente externo e interno e, mesmo que funcione como um mecanismo intérprete dos sinais que são comuns de outros organismos. No estágio seguinte, tal função não é eliminada seletivamente. No Estágio 2, as expressões emocionais são manifestações rápidas e diretas daquilo que acontece internamente no organismo (Damasio, 1994; Prinz, 2012), pois é importante que assim seja para a sobrevivência (Ohman, et al., 2001; Ohman, 2005; Engelmann & Pessoa, 2007).

Do mesmo modo, na terceira etapa, os sinais básicos e as expressões orais de outro organismo são interpretados de acordo com a sua correspondência no sistema representacional simbólico e os estados implícitos relativos, sendo que, as funções do estágio precedente são mantidas, ou seja, não se perde a imediatidade e a velocidade presentes nos sistemas de comunicação avançados em animais não-humanos (Morris et al., 1998). Compativelmente, do primeiro para o segundo estágio, a expressão de sinais/emoções permite a comunicação de informações simples, mas cruciais para a sobrevivência (Darwin, 1872; Davis, 1992; Ekman, 2003). O mecanismo é relativamente simples, pois usa um repertório preexistente de comportamento e pode ser definido como um comportamento com finalidade apenas comunicativa (Cosmides & Tooby, 2013), pois por si só, sem a presença de outro organismo com código de comunicação semelhante, não agrega para a sobrevivência (Pinker, 2003).

Um marco significativo para a hipótese de trabalho é a passagem do segundo para o terceiro estágio: o sistema cognitivo-computacional da sintaxe (Bolhuis et al., 2014) e as funções executivas (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1986; Baars & Franklin, 2003; Baars et al., 2021) operam sobre as representações simbólicas permitindo a geração de informações mais complexas (Berwick & Chomsky, 2015). Assim, juntamente com o vocabulário rico e as regras gramaticais (Bolhuis et al., 2014) e a estrutura conceitual, a

percepção e a produção da fala, a fonologia, a semântica, a prosódia, o discurso e outras interfaces permitiram mais vantagens de comunicação que são possíveis como, por exemplo, compartilhar o *know-how* de conhecimentos e de habilidades necessários para a sobrevivência (Pinker, 2003; Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010). Nesta perspectiva, os novos componentes são tão vantajosos que o CNS dos organismos que os possuem evoluiu para melhorá-los (Gearry & Huffman, 2002; Frith, 2019). Não obstante, quanto mais complexo se tornou o sistema, menos abrangente ele será para os outros organismos sem um sistema semelhante (Mithen, 2000).

Seção 2

A Abordagem Filogenética da Consciência

Nesta seção, o eixo expositivo se obstina a adentrar no tópico acerca da pesquisa filogenética da consciência em animais humanos e animais não-humanos, bem como, tecer comentários sobre as comparações entre os EMs utilizados para embasar explicativamente a hipótese de trabalho. Os EMs fornecem o pano de fundo teórico e a base experimental para o desenvolvimento explicativo da hipótese de trabalho. Com esse intento, a demonstração incide acerca dos meandros reconstrutivos da evolução da consciência e da linguagem traçando uma linha argumentativa própria.

Considerando que, no capítulo 1, a temática central foram as expressões emocionais, as funções executivas e a consciência, os EMs como a SMH (Damasio, 1994), a AIR (Prinz, 2004) e a HOTEC (Ledoux, 2012) provêm recursos para tratar como as expressões emocionais evoluíram, não somente em si (como foi abordado no capítulo 1, nas seções 2 e 3), mas em relação à WM e a atenção seletiva, bem como, em relação à consciência.

Do mesmo modo, quando se cogita a evolução da cognição e da consciência, EMs como GWM (Baars, 1993), GNW (Dehaene et al., 1998), AIR (Prinz, 2012), ASM (Graziano & Webb, 2017) e HOTEC (Ledoux & Brown, 2017) abastecem com explicações relevantes sobre como a WM, a atenção seletiva e a consciência se influenciaram mutuamente ao ponto de ser difícil argumentar por uma dissociação dupla

como fazem alguns modelos (Block, 2011; Lamme, 2020). Neste sentido, ao se ponderar como as formas mais ancestrais da atenção seletiva, da WM e da consciência evoluíram em animais não-humanos, o efeito disso em animais humanos pode ser melhor cogitado, pois as formas mais ancestrais de cognição e de consciência são defendidas como sendo um sustentáculo que ancora as formas consideradas mais recentes de atenção, WM e consciência (Edelman, 1992; Edelman & Seth, 2009; Dennett, 2016; Ledoux, 2019; Birch et al., 2020).

Subsequentemente, ao discorrer sobre a evolução da linguagem e da consciência, núcleo central da proposta da hipótese de trabalho, o plano é enveredar-se, primeiro, em como as formas mais ancestrais e intermediárias de consciência participam da evolução da linguagem (Edelman, 1992; Damasio, 2018; Ledoux, 2019), a saber, como o mecanismo consciente pode contribuir para explicar as diferenças entre os sistemas de comunicação avançados, presentes em animais não-humanos (Origgi & Sperber, 2000; Tomasello, 2014) e a linguagem em humanos (Millikan, 2004; Stegmann, 2009; Adams & Beighley, 2013). Seguindo, num segundo momento, a co-evolução entre a consciência e a linguagem é indagada tratando de tencionar sobre como esta intersecção pode ter colaborado para a evolução de formas de consciência mais elevadas como a consciência estendida (Damasio, 1998; Damasio, 2010; Damasio, 2018) ou a autonoética (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019). Por fim, é significativo interpelar sobre o papel do *know-how*, da vida cotidiana do hominídeo caçador-coletor, da vida socialmente interdependente e do papel da cooperação para a evolução e função da linguagem em animais humanos (Pinker, 2010).

Desse modo, se ambiciona olhar para os EMs com o intuito de investigar a evolução das características fundamentais do mecanismo consciente, segundo a hipótese de trabalho. Para cumprir tal delineamento, essa é uma tentativa de investigar um determinado conjunto de habilidades e capacidades que possibilita ao organismo transmitir os seus estados internos através de estados externos simbólicos e o que isso requer. Para ser capaz de representar simbolicamente, um organismo deve ser apto a armazenar informação de modo implícito, isto é, a informação que possa ser relevante para o aprendizado e para a ação. Essa informação diz respeito ao modo como o ambiente afeta o organismo e ao modo como o organismo armazena e processa essas informações, oriundas do meio ecológico, em padrões de informação estocados de modo distribuído e

não centralizado, como ocorre com alguns invertebrados, como a *Aplysia* (Kandel et al., 2013).

Do mesmo modo, as origens evolutivas das emoções enquanto registros e representações do corpo, mas também como esquemas de ação, são de imenso interesse. Segundo a hipótese de trabalho, as emoções são um marcador biológico do corpo que funciona como um bioregulador que registra os estados do corpo de modo contínuo representando enquanto uma detecção da situação atual que o organismo vive (Ledoux, 1991; Damasio, 1994; Damasio, 1996; Prinnz, 2004). Ao mesmo tempo, esses registros emocionais são esquemas de ação, pois preparam o corpo do organismo a responder de modo apropriado. Dentre as ilustrações que poderiam ser trazidas, estão as expressões comportamentais motoras que envolvem modificações de postura e face: exemplos, já trazidos, poderiam ser a exposição dos dentes, que denota disposição à agressividade predatória, mas também incluem as expressões vocais, como a emissão de sons, que podem denotar a agressividade afetiva. Os dois tópicos precedentes são fundamentais para explicar a evolução de graus mais elevados de emoções, como os sentimentos, pois esses são representados de modo não-consciente mediante uma avaliação cognitiva consciente prévia (Damasio, 1994; Damaio, 1996; Damasio, 2010).

O processamento cognitivo não-consciente e as suas redes neurais correlatas são outros dois tópicos demasiadamente pertinentes. Os processos cognitivos não-conscientes permitem ao organismo controlar os seus comportamentos complexos sem ter que apelar para a consciência deixando-a disponível para outras tarefas, ou seja, muitas ações podem ser "delegadas" aos processos cognitivos não-conscientes, o que reduz a carga cognitiva no processamento consciente de informações (Van Gaal et al., 2012a). Uma grande parte do comportamento rotineiro, e até mesmo um comportamento bastante complexo, é executado por processos cognitivos não-conscientes, o que inclui muito da tomada de decisão e do processamento em linguagem, o assunto de maior interesse da hipótese de trabalho (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2020). Mas o processamento consciente de informações permite um maior controle comportamental e respostas mais flexíveis aos estímulos do que os processos cognitivos não-conscientes (Dehaene et al., 2006), e para isso, os estados de alta-ordem são elementos indispensáveis para possibilitar a flexibilidade comportamental aos organismos e a formação de representações simbólicas (Edelman, 1992; Rosenthal, 2005). Assim sendo, as representações de alta-ordem são o modo como as representações de primeira-ordem são codificadas na memória de trabalho

e para serem acessíveis à consciência (Lau & Rosenthal, 2011). Esse é o modo como o cérebro realiza o processamento de ordem-superior no PFC de informações que chegam do processamento das percepções sensoriais provenientes das áreas sensoriais primárias, como o córtex visual (Ledoux, 2019).

Somente depois de serem codificadas pelas redes do PFC para a manipulação da memória de trabalho e dos seus subcomponentes é que o tipo de consciência noética verbal (Ledoux, 2019; Ledoux, 2020) pode controlar o processo de recodificação das informações, primeiro, pelos subcomponentes especialistas da Memória de Trabalho, como *Phonological loop, Visuo-spatial Sketchpad* e *Episofic Buffer* através da Central Executiva (baddeley & hitch, 1974; baddeley, 2000b; baddeley, 2011), depois, recrutando o Sistema Cognitivo-Computacional, que possui uma estrutura sintática hierárquica em seu centro (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al., 2014), para a recodificação suplementar mixando as representações simbólicas singulares para formar outras representações simbólicas compondo-as. Para tanto, é notório o projeto abarcar a evolução, partindo das formas mais primitivas de consciência até a consciência noética verbal para, por fim, chegar na capacidade que os organismos têm de codificar as informações simbolicamente usando um mecanismo cognitivo-computacional. Antes de encerrar, o modelo deve conciliar a evolução da consciência com a linguagem (Damasio & Damasio, 1992; Edelman, 1992), ao menos, em um ponto de encontro, pois é assumido que, depois disso, a co-evulução da consciência com a linguagem possibilitou à consciência adquirir um novo grau de complexidade, pois os estados conscientes que eram antes "um reflexo" dos estados internos implícitos, agora, podem ser expressos com uma riqueza de detalhes, especificidade e flexibilidade que a expressão linguística possibilitou. Assim sendo, a co-evolução entre a consciência e a linguagem possibilitou uma vantagem adicional ao organismo que possuísse este mecanismo, pois poderia transmitir os seus estados internos com mais precisão e detalhes, ao passo que, perderia em imediatidade e velocidade, pois estas representações simbólicas não são as expressões diretas daquilo que elas representam, como são as representações de primeira-ordem, mas são tradução pela consciência das representações de primeira-ordem (Ledoux & Brown, 2017; Ledoux, 2019).

2.1. A Perspectiva Filogenética nos Estudos da Consciência

Após apresentar os nexos da Hipótese de Trabalho (na seção 1 do capítulo 3 e na introdução da seção atual) com a abordagem filogenética da consciência, particularmente, como a Hipótese CLEC procura responder à questão da função da consciência, o objetivo agora é esboçar algumas peculiaridades dos EMs que são relevantes para a questão da função da consciência, cujo intuito, evidenciará as características externalistas da hipótese CLEC.

Alguns daqueles pesquisadores que incorporam os "Estudos da Consciência" podem ser atraídos pela ideia de uma explicação evolucionária da consciência. Afinal, a consciência é uma característica onipresente e central e parece ser altamente improvável que ela não tenha surgido durante o processo evolutivo por algum motivo. Em particular, é natural supor que a consciência tenha surgido evolutivamente por alguma razão, porque há alguma função a que serve que não poderia ser alcançada sem ela. Se fosse possível ter uma ideia suficientemente clara da função relevante, então alguma ideia de "por que" a consciência existe poderia ser oferecida para apreciação. Entretanto, há aqueles (Block, 1995; Maley & Piccinini, 2018) que avaliam essas abordagens considerando que tais investigações ou se baseiam em confusões falaciosas ou costumam levar à um beco sem saída. No primeiro caso (Block, 1995), há a confusão entre as funções que só podem ser atribuídas à consciência de acesso e não à consciência fenomenal. No segundo caso (Maley & Piccinini, 2018), a conclusão é que é muito difícil identificar a função da consciência descritiva se abarcar as suas propriedades qualitativas e fenomenais, pois, neste caso, a consciência evoluiu como "*by product*" da evolução ou por deriva genética (*Genetic Drift*) não possuindo uma clara e distinta função adaptativa[94].

Ao contrário, se assumir a abordagem biológica para a origem da consciência como um empreendimento frutífero, então a primeira pergunta é quão longe na história evolutiva o pesquisador deve ir para procurar as origens da consciência? Alguns pesquisadores (Dennett, 2017; Ledoux, 2019) referem a todo o caminho de volta, quase quatro bilhões de anos, muito antes de os animais terem cérebros, ou mesmo um sistema

[94] Essas duas críticas são retomadas mais a frente, na seção 5 do capítulo 3, que é destinado às críticas e respostas.

nervoso. Isso significa de volta aos organismos unicelulares simples como as bactérias, ou seja, de volta à origem da própria vida.

Isso não quer dizer que os organismos unicelulares simples possuíssem consciência, ou mesmo um mínimo dela. Entretanto, o argumento defendido por alguns evolucionistas é que os animais não-humanos ancestrais possuem os elementos básicos de construção da consciência: neste caso, o comportamento e os predecessores de detecção, o aprendizado e a memória (Feinberg & Mallatt, 2016). Os mesmos autores afirmam que o comportamento automático, a detecção (sensação), a aprendizagem inata e a memória (enquanto retenção de informação para a aprendizagem adquirida e associativa) não requerem um sistema nervoso central sofisticado, mas periférico, e talvez, nem sistema nervoso, conforme apoiam os estudos em neurociências comportamentais com a *Aplisya* e a *Drosophila Melanogster* ao longo dos anos (Feinberg & Mallatt, 2016).

Em vista disso, pode-se compreender o sistema nervoso sendo construído aos poucos, seguido pelo sistema nervoso central, de modo que, as adaptações evolutivas foram o que conferiram maior coordenação e flexibilidade ao comportamento dos organismos em suas respostas aos estímulos (Feinberg & Mallatt, 2016). Apesar de, no nível mais básico, as respostas aos estímulos poderem ser caracterizadas como a aproximação (por exemplo, de um nutriente) ou a retirada (de algo nocivo ou perigoso), os comportamentos em organismos mais complexos são versões mais elaboradas disso, uma vez que, alguns dos genes envolvidos no aprendizado são os mesmos em animais complexos como nos protozoários que são organismos unicelulares muito primitivos sem sistema nervoso e que evoluíram há pelo menos 1,5 bilhão de anos (Pinker, 1996; Ledoux, 2019).

2.2. Os blocos de Construção da Consciência: Por onde se deve começar?

Nesta parte da seção 2, o foco é apresentar alguns dos constituintes evolucionários da consciência, especificamente, quais seriam os componentes relevantes que entraram em cena e como interagiram para produzir a consciência. De acordo com alguns modelos (Edelman, 1992; Feynberg & Mallat, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Graziano,

2019; Ledoux, 2019), foram fundamentais para a evolução da consciência, as representações internas, a cognição, particularmente, a atenção seletiva e a memória de trabalho, e a linguagem, esta última, que tornou as formas antecessoras da consciência mais complexas. Além disso, também é considerado o contexto mais externalistas que demonstra como isso foi vantajoso aos organismos que possuíam estas faculdades, neste caso, é relevante mencionar o *know-how*, a vida social e a cooperação (Tooby & Cosmides, 1989; Pinker, 2010).

Desse modo, o objetivo é focar nessas funções e indagar sobre as suas formas mais elementares. Em um processo evolutivo cumulativo (Darwin, 1872), essas funções partiram de formas mais rudimentares até as suas versões mais complexas. Ora, isso não quer dizer que a consciência já estivesse lá, por exemplo, associada à uma forma básica de atenção, mas tão somente que as formas primitivas foram importantes para se chegar nas formas de alta-ordem (Graziano & Webb, 2017; Graziano, 2019). Esses são pressupostos que estas abordagens evolucionistas (EMs) da consciência assumem. Um pressuposto básico é que a força motriz para o desenvolvimento de um estágio para outro é a evolução (PINKER, 2003), baseada em vantagens funcionais (Rosenthal, 2008; Cohen & Dennett, 2011).

Primeiramente, os EMs, com algumas pequenas diferenças, compartilham pressupostos acerca da evolução das mentes e da consciência com base nas contribuições do evolucionismo, geologia, paleontologia, genética, botânica, ecologia e outras áreas. Logo, alguns conceitos são muito caros aos proponentes dos EMs como: inconstância das espécies; seleção natural e sexual; descendência comum e multiplicação das espécies; adaptação, gradualismo e pressão evolutiva; tipos de mutações, recombinação, variação, deriva genéticas e outros (Tooby & Cosmides, 2005). Não se propõe aqui discutir estes conceitos, mas tão somente o resultado disso em relação à evolução da consciência, a saber, um esboço de alguns marcos importantes da sua história natural. Mas antes disso, cabe notar que a consciência deve ser buscada nos primórdios evolutivos, e como foi dito acima, não porque a consciência já estivesse lá e sim porque os constitutivos da sua obra lá estão.

Por conseguinte, seguindo ao intento da presente seção, uma síntese descritiva da evolução de algumas habilidades e funções pode ser ilustrativa para pontuar o início da discussão (Feinberg & Mallatt, 2013; Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Ledoux,

2019). As pesquisas evolucionárias em questão partem de descrições acerca da sinalização celular primitiva que começou entre 3,5 e 3,8 bilhões de anos atrás nos primeiros organismos unicelulares (como os procariontes, uma definição geral que engloba, os domínios bactérias e *archaea*, que se reproduzem assexuadamente por divisão celular simples). Por conseguinte, eles descrevem a evolução seguindo há cerca de 2 bilhões de anos atrás (no período *proterozóico*) por organismos unicelulares maiores e relativamente mais complexos[95]. Posteriormente, a reconstrução se prolonga à evolução dos primeiros sistemas nervosos difusos (isso quer dizer, não centralizados) em organismos multicelulares (como as hidras e as criaturas semelhantes às águas-vivas) por volta de 600 a 700 milhões de anos atrás (no período entre o final da Era Neoproterozóica Criogênica e o início da Ediacarena). Desse cenário, progride-se para a origem dos vertebrados, cerca de 550 milhões de anos atrás, e aos precursores do sistema nervoso centralizado em criaturas primitivas, como o *Branchiostoma lanceolatum*, semelhantes aos vermes (do filo "Cordata" e do subfilo "*Cephalochordata*"), já imerso na Era *Neoproterozoica Ediacarano*, começando há quase 600 e indo até 542 milhões de anos atrás (Dennett, 2017; Ledoux, 2019).

Continuando, agora é a vez dos organismos invertebrados e vertebrados mais complexos possuidores de um sistema nervoso central mais ricamente interconectado, a partir do período Paleozóico Cambriano (o éon geológico que abrange desde 542 até 488 milhões de anos atrás), na direção das capacidades progressivamente mais sofisticadas dos cérebros de animais maiores (como os peixes, anfíbios, répteis, aves, mamíferos e também os cefalópodes) capazes de formar representações internas de seu ambiente e de si mesmos (ou seja, mapas ou modelos de seu ambiente externo e de seu próprio corpo e ações), com comportamentos correspondentemente mais flexíveis (Feinberg & Mallatt, 2016; Ledoux, 2019; Graziano, 2019).

Esse é um ponto medular das descrições e vital para a hipótese de trabalho, pois, dessa última fase até há menos de 1 milhão de anos atrás (no período Cenozóico da Era do éon Fanerozóico), um estágio importante iniciou-se, isto é, quando tais representações internas em mamíferos superiores se tornaram um mecanismo capaz de formar, integrar

[95]Por exemplo, como os protozoários que são eucarióticos unicelulares e heterotróficos que não possuem a capacidade de produzir o seu próprio alimento, e por isso se alimentam de seres vivos e que contêm um núcleo e organelas e se reproduzem sexuadamente introduzindo mais diversidade genética (Ledoux, 2019, p. 31).

e unificar as informações acerca daquilo que está acontecendo para o organismo tanto fora quando dentro dele (Feinberg & Mallatt, 2016; Graziano, 2019). Por fim, depois de poucas centenas de milhares de anos (ou há menos de ± 200 mil anos atrás) desenvolveu-se um senso básico de *self*: quer dizer, a partir de representações de alta-ordem e da capacidade (talvez, incluindo os primatas) de representar internamente os seus próprios padrões de pensamento e (provavelmente, apenas em humanos) a habilidade ter consciência de estar consciente deve ter emergido, possibilitando a função de refletir sobre a sua própria existência como seres conscientes e de comunicar através de símbolos codificados de maneira complexa (Damasio, 2018; Ledoux, 2019).

Mas o que isso interessa para a questão da função da consciência? Os sistemas nervosos, e especialmente os cérebros mais complexos, permitiram que os organismos regulassem as suas respostas comportamentais por meio de capacidades como predizer, planejar, controlar (retardar ou inibir), lembrar (armazenar padrões de informações de encontros passados), aprender (modificando o comportamento através do condicionamento, ou através da lembrança de resultados anteriores, ou em animais superiores através da imitação), pensar diferentes respostas comportamentais (comparando, deliberando) e avaliar os resultados do comportamento em vista das respostas ao meio ecológico (Baars & Franklin, 2003; Morsella, 2005; Dehaene & Naccache, 2001; Dehaene et al., 2006; Lau & Rosenthal, 2011; Bor & Seth, 2012; Hart Jr, 2016; Liljenström, 2022). Assim sendo, a consciência provavelmente evoluiu como uma maneira dos organismos irem além de respostas reflexivas aos estímulos - capazes de responder de forma mais flexível, de maneira mais tardia e planejada (Kanai et.al., 2019). Adicionalmente, uma outra função-chave da consciência é provavelmente permitir um comportamento simbólico, como responder após um atraso ou executar uma ação comunicativa com base em planos gerados internamente representados (Damasio, 2010).

2.2.1. Representações Internas

A noção de representação interna pode compreender desde estruturas moleculares (Bechtel, 2001) até a noção de representação como uma coleção de substratos neurais e informações sobre o organismo e o ambiente que podem ser separadas topograficamente e organizadas, ocorrendo em variados córtices sensoriais iniciais (visual, auditivo e outros), desse modo, enquanto as representações que são construídas sob a orientação de

representações disposicionais mantidas de maneira distribuída por um grande número de córtices de associação de ordem superior (Damasio, 2010). Desse modo, as representações internas correspondem desde as informações implícitas que são armazenadas no organismo de modo distribuído, como ocorre no aprendizado associativo (Kandel, 2001), até as formas mais elaboradas de representação interna presentes em organismos multicelulares que correspondem aos registros sobre o estado do seu corpo/cérebro e o ambiente (Prinz, 2004). Acima disso, há ainda as formas altamente sofisticadas de representações internas como aquelas representações de alta-ordem que referem aos processos informacionais e cognitivos anteriores (Lau & Rosenthal, 2011).

Em outras palavras, as representações internas têm a ver com os processos biológicos e informacionais no interior do organismo (Bechtel, 2001; Piccinini & Scarantino, 2010). Enquanto formas mais básicas, as representações têm a função de registrar eventos passados que ocorrem na interação organismo-ambiente (Eichenbaum Et Al., 1988; Moser et al., 2008), construir representações disposicionais que possibilitam uma ação rápida (Damasio, 2010) e até algumas espécies exibem formas de comportamento ainda mais complexas que dependem de capacidades cognitivas (Lau & Rosenthal, 2011). Neste último caso, a cognição será usada para se referir à capacidade de formar as representações e usá-las para orientar o comportamento flexível – como quando o organismo se refere à um mapa espacial mental ao planejar uma rota e usar o plano para dirigir até ao seu destino (Ledoux, 2019).

O tópico da evolução das representações internas deve ser iniciado sobre as formas mais elementares de representação implícita. As representações mentais implícitas, em um grau mais elementar, referem aos registros (Damasio, 1996; Prinz, 2004) que são as representações do mundo físico imediato e não são o mesmo que essas informações enquanto as representações de alta-ordem que descrevem as capacidades mais avançada de formar as representações mentais na ausência de informações perceptivas diretas do ambiente como quando referem às representações que referem aos objetos primários (Feinberg & Mallatt, 2018).

A maneira mais simples de processar a informação sensorial dos estímulos é em reações reflexivas elementares, isto é, a capacidade de usar as representações internas em conjunto com a aprendizagem instrumental é a base do aprendizado associativo e foi uma mudança significativa no repertório de ferramentas comportamentais dos animais não-

humanos (Ledoux, 2019). Ele dotou o organismo possuidor de uma nova habilidade, isto é, a capacidade de basear as respostas atuais em memórias sobre as consequências passadas do aprendizado bem-sucedido por tentativa e erro (Ledoux, 2019).

O ambiente enviava muitos sinais (persistentes e novos gostos, odores, padrões complexos de luz e cor, e vibrações viajando pela água ou sedimento) que poderiam ajudar qualquer animal que sentisse e processasse tais estímulos (Reece et al., 2015). Os animais não-humanos usaram essa informação para se orientar, reagir ao perigo e encontrar coisas na paisagem, e desse modo, quanto mais tipos de sinais puderem ser detectados, mais informação era processada e, assim, mais bem adaptada ao ambiente era a sua ação (Reece et al., 2015). Isso impulsionou a evolução de olhos aprimorados, órgãos de olfato e paladar, receptores de toque e vibração e assim por diante (Feynberg & Mallatt, 2016).

Ora, fica tangível que a abordagem de Feynberg e Mallatt (Feynberg & Mallatt, 2013; Feynberg & Mallatt, 2016; Feynberg & Mallatt, 2018) aposta num período começando entre 560 e 540 milhões de anos até 520 milhões de anos atrás, o que é designado por "Explosão Cambriana". Isso porque, os organismos passaram a representar o mundo a sua volta: eles passaram a reunir e organizar a informação sensorial em mapas no sistema nervoso e no cérebro, mapas mentais que registram e reconstroem o ambiente do animal (mapas visuais, mapas de odores e mapas da superfície externa do corpo à medida que recebe estímulos de toque) que então podem guiar o animal enquanto ele se move e interage com seu ambiente (Feynberg & Mallatt, 2016). Desse modo, os mapas sensoriais evoluíram, pois estavam sob constante pressão seletiva para melhorar a resolução e oferecer uma representação do mundo tão completa quanto necessária para a sobrevivência (Feynberg & Mallatt, 2016).

Feynberg e Mallatt (Feynberg & Mallatt, 2013; Feynberg & Mallatt, 2016; Feynberg & Mallatt, 2018) enfatizam a geração de mapas sensoriais isomórficos como uma das condições para a consciência da percepção. Esses mapas sensoriais isomórficos são representações neurais isomórficas que são importantes para a consciência da percepção externa, pois permitem ao organismo codificar as características do ambiente externo e de partes do corpo topograficamente e organizá-las por meio de representações internas (Feynberg & Mallatt, 2016).

Ainda continuando a argumentação dos autores, como os organismos são entidades físicas e biológicas que são afetados pelo ambiente através do corpo e que, esse é o estágio inicial para a formação das representações conscientes do ambiente e do corpo, os organismos devem perceber o ambiente-corpo pela formação de representações constituídas sobre os mapas topográficos como o resultado da codificação das informações sensoriais em um formato mapeado (*mapped-out format*). Em suma, as representações são consideradas como "objetivas", pois as representações "espelhariam" as informações subjetivas no cerne da "divisão cérebro-mente" (Feynberg & Mallatt, 2016). No entanto, o termo "representação sensorial" se usado para descrever o aspecto isomórfico da consciência, ele deve ser correlacionado ao que surge direta e imediatamente do complexo processamento cerebral de informações sensoriais (Feynberg & Mallatt, 2016).

Ledoux (Ledoux, 2019) também usa o conceito de representações internas como promovendo uma função ao organismo que seja um guia para o comportamento externo, uma ação instrumental, baseada no mapeamento das características do ambiente (por exemplo, temperatura, níveis de oxigênio e assim por diante) para fazer as predições sobre o futuro dele e do ambiente. Desse modo, Ledoux (Ledoux, 2019) ressalta a capacidade dos organismos de lembrarem e aprenderem com as situações passadas, uma habilidade que nem demanda sistema nervoso central, e já está presente em organismos, muito antes da Explosão Cambriana, tal como nos protistas unicelulares (por exemplo, as bactérias).

É bem verdade que os animais humanos têm uma tendência antropocêntrica nas suas interpretações: neste caso, se adotou uma visão antropocêntrica da memória, igualando-a à capacidade de recordar conscientemente o passado. Mas a memória é, antes de mais nada, uma função celular que facilita a sobrevivência ao permitir que o passado informe a função celular presente ou futura, seja em um organismo unicelular ou multicelular (Ledoux, 2019). Desse modo, as representações mais complexas são como as versões mais sofisticadas daquelas versões elementares que possuem um sistema de processamento de informação multimodal e paralelo, um número maior de funções cognitivas de alto-nível envolvidas, como a atenção *top-down* e a memória de trabalho, e as redes gerais da cognição que dão suporte às funções executivas, tais como as redes frontais, temporais e parietais (Ledoux, 2019).

Desse modo, as representações internas mais elementares que mapeiam o mundo e o organismo e podem ser armazenadas para as ações futuras são os blocos de construção das representações de alta-ordem que se aplicam à vida psicológica de mamíferos vertebrados e às suas manifestações em mentes conscientes (Ledoux, 2019). A consciência, embora útil para os humanos de maneiras que serão discutidas na seção seguinte, muitas vezes tem a função de um observador passivo do comportamento, em vez de um controlador ativo dele, especialmente no que diz respeito aos mecanismos de sobrevivência que se originaram bilhões de anos atrás (Ledoux, 2019). Essa é uma capacidade do cérebro de alguns organismos para estarem conscientes de suas próprias atividades permitindo, quando estiver em um estado de sobrevivência, sentir medo, prazer e outros estados de emoções que são representados para poderem exercer o controle voluntário ao escolherem uma ação adaptativa sobre o que fazer a seguir (Ledoux, 2019).

Essa parte anterior da argumentação necessita de uma distinção entre, de um lado, a noção de cognição como a capacidade de gerar uma resposta à estimulação ambiental, o que estenderia o termo ao ponto de incluir as atividades comportamentais de plantas, fungos e até mesmo de micróbios unicelulares como reflexo de capacidades cognitivas rudimentares (Reber, 1992), de outro lado, a noção de cognição que vai além dos sistemas reflexivos primitivos e que depende da formação de mapas da percepção externa e do corpo (Feynberg & Mallatt, 2013). Assim sendo, os requerimentos básicos incluem: 1) um sistema hierárquico de intercomunicação, isomorficamente organizado, com seus núcleos de processamento massivamente conectados e; 2) uma formação reticular distribuída que integra *inputs* sensoriais e contribui para a sincronização neural, foco de atenção e consciência da percepção. Evolutivamente, duas áreas cerebrais são sugeridas como fundamentais: 1) o tectun ótico que foi originalmente um centro de processamento sensorial de multi-domínios presentes em anfíbios e peixes (Feinberg & Mallat, 2016; Graziano, 2019) e; 2) o pallium dorsal em mamíferos (BUTLER ET AL., 2011), além de aves e répteis (Feynberg & Mallatt, 2013; Feynberg & Mallatt, 2016), que pode integrar as informação dos vários sentidos para criar as representações a partir dos níveis superiores de processamento neuronal. Esse é o tipo de processamento de informações biológicas que proporcionam um comportamento não-reflexivo (Feynberg & Mallatt, 2013).

O palluim dorsal deve estar correlacionado à geração de representações que podem influenciar o comportamento por meio de controle motor e dos movimentos

voluntários em humanos (Feynberg & Mallatt, 2013). Apesar de que cada célula, por exemplo, se envolver no processamento de informações biológicas em todos os momentos da vida do organismo, a distinção que se está fazendo aqui é entre os processamentos não-cognitivo e cognitivo não-conscientes, sendo que, o primeiro é processamento neural sem representações internas, enquanto o segundo pressupõe a geração de representações internas, ao menos num nível básico (Feynberg & Mallatt, 2016).

2.2.2. Memória de Trabalho

A memória de trabalho (WM) é fundamental para muitos aspectos da vida humana, incluindo a aprendizagem, a compreensão de fala e texto, o planejamento prospectivo e futuro e as formas explícitas de raciocínio, além de se sobrepor fortemente à inteligência geral fluida. Notavelmente, dada a sua importância central na vida de animais humanos, tem havido muito pouca investigação comparativa das capacidades da WM entre as espécies e, consequentemente, muito permanece desconhecido sobre a evolução desta importante capacidade não-coo-específica. Claro que algumas questões podem ser respondidas provisoriamente a partir da literatura comparativa existente (Edelman, 2009; Edelman & Seth, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020), mas muitas permanecerão em aberto.

Nesse sentido, há uma série de aspectos ou componentes da função normal da WM em humanos, incluindo habilidades para sustentar, ensaiar e manipular as representações ativas, com um limite de assinatura de três a quatro itens ou blocos de informação (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2001; Baddeley et al., 2001). Sabemos também que a WM depende da atenção e depende criticamente das capacidades para resistir à interferência de representações concorrentes (Graziano, 2019). Contudo, há uma dúvida se os animais-não-humanos estão separados dos animais humanos ou se assemelham. A dúvida paira em saber se as diferenças são qualitativas ou quantitativas, em outras palavras, se animais humanos e não-humanos possuem diferenças gradativas ou se possuem estruturas e funções diferentes (Macphail, 1995). Neste caso, os animais humanos possuiriam algum dispositivo que animais não-humanos possuem quanto à WM? Assim, estão listados abaixo e organizados aproximadamente em termos do

tamanho do abismo que na literatura se imagina ter entre as habilidades de WM de animais não humanos e animais humanos:

1. Há aqueles que afirmam que os animais não-humanos têm habilidades de WM como os animais humanos. Eles (como os animais-humanos) têm formas de memória sensorial de curto prazo que podem reter as informações reverberantes dentro dos córtices sensoriais por cerca de 2 segundos após a remoção de um estímulo e têm capacidade de sustentar ou atualizar ainda mais essas representações em áreas superiores. Alguns usaram protocolos como "*match-to-sample"* ou *"non–match-to-sample tasks*", na qual, os participantes devem se lembrar da identidade ou da localização de um estímulo por mais de alguns segundos. Há também estudos que mostram existir neurônios específicos de conteúdo no PFC que mostram uma atividade sustentada durante os intervalos de retenção que duram pelo menos alguns segundos (Goldman-Rakic et al., 1990; Goldman-Rakic 1995) como em primatas (Luck et al., 1997). Além disso, alguns utilizaram "*parallel object-displacement tests*" comparativos com macacos e crianças humanas, com resultados muito semelhantes em todos os grupos (Barth & Call, 2006). Outros testaram tanto macacos como cães para ver se continuariam a procurar um item que havia sido visto introduzido em um copo depois de terem recuperado um item de um tipo diferente com resultados positivos (Brauer & Call, 2011).
2. Sobre a capacidade de reter na memória mais que poucos itens, por exemplo, um estudo (Hauser et al., 2000) utilizando paradigmas que foram anteriormente utilizados com bebés humanos, foi demonstrado que os macacos podem rastrear de três a quatro itens de comida colocados sequencialmente em um de dois recipientes opacos, dentro dos quais, esses itens permanecem fora da vista durante um período de pelo menos alguns segundos. Os macacos distinguem com segurança entre os recipientes que contêm até três ou quatro itens, mas começam a ter performance reduzida se aumentar para a comparação entre quatro ou cinco itens. Em um estudo (Uller & Lewis, 2009) com cavalos, foi mostrado que eles conseguem distinguir entre um balde, no qual, foram colocadas duas maçãs e um balde contendo três maçãs, mas falham se os números comparativos amentam para três e seis. Apesar que a possibilidade de *chunking* é afastada, pois todos os itens são iguais, não está claro como as formas não-verbais de ensaio comportamental poderiam ajudar na tarefa. Portanto, o limite de quatro até seis pode refletir a capacidade de retenção de WM. Contudo, as capacidades

de retenção na WM não são um marcador de fluidez de inteligência absoluto conforme mostrado em "*n-back task"* (Jaeggi et al., 2008).

3. Não há muitos experimentos comparando as habilidades de animais humanos e animais não-humanos para resistir à interferência nas representações da WM, mas há testes com ratos que revelaram algo bastante semelhante. Como foi dito no final do parágrafo anterior, apesar da inteligência fluída não ser significativamente correlacionada com as medidas de retenção simples de WM, ela está fortemente correlacionada com o desempenho numa tarefa de WM mais complexa, na qual, os animais não-humanos têm de resistir à interferência de memórias concorrentes (Kolata et al., 2007). Tais experimentos implicam em tarefas que envolvem diferentes tipos de aprendizado (Matzel et al., 2003). Em ambos os experimentos, os animais foram primeiro treinados em dois labirintos de braços radiais visualmente distintos, localizados na mesma sala. No teste de retenção de WM, os animais foram confinados ao compartimento central de um dos labirintos por um intervalo fixo de 60 ou 90 segundos, tendo feito as quatro primeiras escolhas corretas antes de serem autorizados a completar a busca. Já no teste de interferência da WM, os animais foram retirados do primeiro labirinto, tendo feito três escolhas corretas e colocados no segundo labirinto, sendo que, depois de três escolhas corretas, os participantes retornavam ao primeiro labirinto até que fizessem outras três escolhas corretas, e assim por diante. O fato de o desempenho no teste WM de interferência, mas não no teste WM de retenção, se correlacionar com uma medida de fluidez em camundongos ser sugestivo de mecanismos WM homólogos aos dos humanos é tema de debate (Edelman, 2009; Edelman & SETH, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020). Uma dúvida que resta é se animais não-humanos retém essas informações por mais tempo e se utilizam alguma forma de atenção seletiva para realizar a tarefa. Em alguns experimentos com ratos (Kolata et al., 2007; Light et al., 2010) usando o labirinto radial de oito braços, os ratos normalmente mostram um desempenho quase perfeito nos quatro braços finais do labirinto após atrasos de algumas horas após visitarem os primeiros quatro braços, indicando que alguma memória de longo-prazo está envolvida implicando que, para a retenção de WM e a capacidade de trocar de tarefas e itens, a atenção seletiva é recrutada possibilitando a fluidez cognitiva.
4. A habilidade de ensaiar mentalmente a ação e o papel da WM também são considerados. A evidência do ensaio mental da ação vem de estudos de planejamento de longo prazo em animais. No caso de animais humanos, esse planeamento é

conduzido em grande parte através do ensaio de ações alternativas, com as pessoas respondendo afetivamente às representações da WM que resultam (Gilbert & Wilson, 2007). Significativo para isso são pesquisas com corvos (Taylor et al., 2010) e primatas (Osveth et al., 2009). Neste último caso, em uma planta de zoológico aberta, o participante começou a coletar e armazenar pilhas de pedras no início da manhã para atirar nos visitantes do zoológico no final do dia, como parte de uma demonstração agressiva de ameaça. Quando os tratadores do zoológico responderam removendo seus estoques todos os dias antes do horário de abertura do zoológico para evitar isso, ele se mostrou bastante hábil em esconder os seus estoques e em fabricar projéteis depois, quebrando pedaços de concreto quebradiço das paredes de seu recinto. Note-se que nos momentos em que recolhia e escondia os seus estoques de pedra encontrava-se num estado de calma, na ausência dos estímulos (visitantes humanos) que mais tarde provocariam a sua raiva. Isso indica que o comportamento, provavelmente, seria causado pela imaginação da presença posterior do público e pelo ensaio mental das ações envolvidas em agarrar e lançar projéteis, gerando uma resposta afetiva positiva que, por sua vez, motivaria a coleta de algumas pedras (Osvath, 2009). Assim também em contexto ecológico (Sanz et al, 2004), os chimpanzés coletam cupins em ninhos acima do solo e subterrâneos que requeriam um conjunto distinto de ferramentas, sendo que, os ninhos subterrâneos requeriam uma vara perfurante forte e afiado, que só podia ser feito com os galhos de uma determinada espécie de árvore. Ao mesmo tempo, foi notado que os chimpanzés nunca chegavam ao local de um ninho subterrâneo sem trazer consigo um pedaço de vara ainda que a árvore apropriada mais próxima estivesse a dezenas de metros de distância na floresta, ponto de onde o local do ninho não podia ser visto (Sanz et al, 2004). Desse modo, esse tipo de comportamento parece envolver a imaginação do alvo juntamente com o ensaio mental das ações necessárias para adquiri-lo (Gilbert & Wilson, 2007).

5. O componente manipulativo da WM consiste na capacidade de organizar e controlar as sequências de representações de uma maneira relevante para a tarefa. Em tarefas para comparar o formato de imagens, é pedido às pessoas para imaginar diferentes perspectivas de um objeto. Parece que as pessoas imaginam agir sobre a forma representada em uma das imagens, iniciando uma ação de torcê-la com a mão, por exemplo, fazendo com que a forma representada mude através do processo de modelagem direta da ação (Tong, 2014). Estudos realizados com babuínos e leões

marinhos sugerem que os indivíduos apresentaram diferenças maiores no tempo de reação às imagens que precisariam ser giradas em arcos maiores para garantir uma correspondência, assim como os animais-humanos fazem (Vauclair et al., 1993; Maunk & Dehnhardt, 1997). Aditivamente, conclusões semelhantes são apoiadas por estudos de resolução de problemas e insights em macacos (Hanus et al., 2011), quando confrontados com o problema de capturar uma recompensa no fundo de um recipiente de vidro que é estreito e profundo para ser alcançado, alguns participantes encontraram a estratégia de recolher água na boca e cuspi-la no recipiente até que a recompensa flutue até o topo obtendo escores até próximos de humanos com 8 anos de idade.

6. Por fim, mesmo que as capacidades de WM dos animais não-humanos sejam comparáveis às dos animais humanos em relação às habilidades anteriormente discutidas, pode acontecer que os animais não-humanos utilizem a WM apenas quando confrontados com problemas práticos, de aprendizagem ou de raciocínio específicos, mas não em relação às representações internas de alta-ordem e as estruturas funcionais, como as redes de modo padrão, observadas no cérebro *sapiens* (Mason et al., 2007; Buckner et al. 2008). Mesmo não estando inserido em uma tarefa de orientação atencional exógena, organismos da linhagem *sapiens* podem se ocupar de estados endógenos e estarem imersos em fantasias, memórias episódicas, situações sociais imaginadas de um futuro distante, conversas imaginadas e, inclusive, projeções imaginadas de um *self* futuro (Spreng et al. 2009). Todas essas tarefas envolvem as representações não relacionadas com as exigências de tarefa com orientação exógena e envolvem a WM. No entanto, há regiões semelhantes do cérebro, que apresentaram maior atividade em repouso no córtex pré-frontal medial ($_{M}$PFC) e no córtex cingulado posterior (PCC), sugerindo que os chimpanzés também passam grande parte do tempo ruminando quando não estão envolvidos em outras tarefas (Rilling et al. 2007).

Assim sendo, mesmo que os animais não-humanos tenham capacidades de WM que se aproximam em grau e performance dos animais humanos, há algo que as torna sistematicamente diferentes quando os conteúdos, mantidos na WM, são simbólicos (Baddeley et al., 1998b). Isto significa que existe toda uma gama de ações (ou seja, ações de fala) que apenas os animais humanos podem ensaiar mentalmente. Além disso, o repertório conceitual muito maior possuído pelos humanos (em parte resultante da

comunicação verbal anterior) significará que os humanos terão disponíveis muito mais maneiras de agrupar as informações na WM, ampliando assim o escopo e a flexibilidade desta última (Carruters, 2013; Damasio, 2018).

2.2.3. Atenção Seletiva

As pesquisas filogenéticas são orientadas para encontrar as homologias e as diferenças entre as distintas espécies de uma mesma habilidade, função ou estrutura. O psicólogo Michael Graziano (Graziano & Webb, 2017; Graziano; 2019) procura fazer isso comparando as formas rudimentares de atenção com as formas mais sofisticadas presentes em vertebrados mamíferos.

Por definição, um mecanismo atencional primitivo teria que surgir como uma solução para um dos problemas mais fundamentais enfrentados por qualquer organismo primitivo: como muita informação flui através do sistema constantemente, então há muita informação para ser processada. Destarte, os organismos primitivos desenvolveram alguns mecanismos cada vez mais sofisticados para processar profundamente alguns sinais selecionados em detrimento de outros e, de acordo com o Modelo do Esquema da Atenção (ASM), o mecanismo de atenção de alta-ordem é o resultado dessa sequência evolutiva (Graziano & Webb; 2017; Graziano, 2019).

Para satisfazer esta hipótese explicativa, Graziano (Graziano, 2016; Graziano & Webb, 2017, Graziano, 2019) destaca um papel central ao modelo da atenção relacionando fortemente a evolução da atenção e da consciência. A atenção seletiva começou a evoluir há quase tanto tempo quanto os primeiros sistemas nervosos, em animais semelhantes a águas-vivas, cerca de 550 milhões de anos atrás, no período Paleozóico Cambriano (Graziano & Webb, 2017). Segundo Graziano (Graziano, 2019), sem um "Mecanismo Atencional Primordial", os sinais neuronais nas redes teriam que competir uns com os outros, tendo a função de ser um mecanismo de inibição entre os sinais mais fortes e fracos para, em um determinado momento, causar uma resposta motora do organismo.

Se considerar que as esponjas não possuem sistema nervoso e a hidra, talvez, tivesse o sistema nervoso mais simples conhecido (Koizumi, 2002), antes 700 milhões de anos, quando ocorreu essa divisão, talvez, nada parecido com a atenção, mesmo

primordial, estivesse presente nesses organismos (Graziano & Webb, 2017). No entanto, se conceber que em redes de neurônios, a competição entre os sinais é uma propriedade, e que certos sinais têm mais probabilidade de sobreporem-se na rede, pois através de uma rede de supressão/cooperação com outros sinais, esses sinais podem aumentar a sua força, era importante haver um mecanismo que pudesse controlar esse resultado da interação entre a entrada excitatória e a inibição que ocorre entre os neurônios (Desimone & Duncan, 1995). Ao que parece, o olho do caranguejo (*Limulus Polyphemus*) melhora seletivamente a visão por um processo inibitório entre os processos pré e pós-sinápticos de acordo com o nível de iluminação (Barlow & Fraioli, 1978). Os caranguejos são artrópodes, um filo de animais que se acredita ter divergido dos ancestrais dos vertebrados já há 650 milhões de anos (Erwin et al., 2011). Portanto, a capacidade do sistema nervoso de aumentar seletivamente alguns sinais em detrimento de outros pode ter surgido antes de ocorrer a cisão vertebrados/artrópodes.

No entanto, após a evolução gradual do sistema nervoso centralizado em criaturas semelhantes à vermes, o próximo grande passo evolutivo no controle da atenção ocorreu nos primeiros vertebrados minúsculos, que evoluíram cerca de 520 milhões de anos atrás, sendo animais muito semelhantes à "*lancelet*" (*Pikaia gracilens*). Assim dizendo, esta espécie desenvolveu um mecanismo controlador centralizado de atenção que poderia coordenar todos os sentidos e estava localizado em uma área primitiva do cérebro chamada tectum ótico, numa versão de um mesencéfalo primitivo, (Erwin et al., 2011). Além de direcionar o olhar, esta área tem a função de orientar e coordenar a atenção (por exemplo, como quando um sapo acompanha o movimento de uma mosca antes de lançar a sua língua para pegá-la). Por conseguinte, o tectum ótico constrói um modelo interno, uma simulação que acompanha o estado atual dos olhos, cabeça e outras partes importantes do corpo, fazendo previsões sobre como essas partes do corpo se moverão em seguida e sobre as consequências de seu movimento (Graziano & Webb, 2017).

Na perspectiva de Graziano (Graziano, 2019), o córtex é visto como uma atualização sofisticada do tectum óptico que é sobreposto ao colículo superior em mamíferos. Os mamíferos divergiram de outros animais com a evolução dos sinapsídeos há cerca de 300 milhões de anos (Kemp, 2005). No entanto, as origens do córtex provavelmente remontam a antes dessa divisão. Talvez, com a evolução dos répteis por volta de 350 a 300 milhões de anos atrás (no Paleozóico Carbonífero), esta nova estrutura cerebral começou a emergir ou, ao menos, um antecessor daquilo que mais tarde nos

mamíferos se tornou o córtex cerebral maciçamente expandido há cerca de 200 milhões de anos atrás (Erwin Et Al., 2011). Ao longo de 200 a 145 milhões de anos atrás (Mezozóico Triássico e parte do Jurássico), em que o ramo mamífero estava alterando o cérebro, houve uma expansão da complexidade reptiliana em um córtex elaborado, e os ramos dinossauro a ave também estavam modificando o cérebro e encontrando as suas próprias maneiras de modificar e expandir a mesma estrutura cerebral original (Erwin Et Al., 2011). Desse modo, as aves têm uma expansão cortical considerável em comparação com os répteis (Graziano, 2019). Independentemente do tipo de informação - visual, auditiva, emocional, intelectual - a arquitetura do córtex cria mecanismos que favorecem a competição/cooperação entre os sinais. A informação passa a ser cada vez mais selecionada, primeiro processada serialmente, e depois supramodularmente e paralelamente, se tornando cada vez mais profundamente processada e cada vez mais suscetível de ter um impacto no comportamento (Graziano, 2019, p. 36)[96].

O fluxo de informação atravessa os módulos de processamento que dão suporte a competição entre os sinais concernentes aos diferentes itens e quando um item saliente exógeno vence a competição, a atenção *bottom-up* é recrutada, e quando um sinal interno vence a concorrência, então a atenção *top-down* entra em ação, sendo que, é razão de debate se estes processos são independentes ou não (Awh et al., 2012; Pinto et al., 2013). Entretanto, para a ASM, ambos são aspectos diferentes do mesmo processo subjacente e fundamentais para entender uma distinção conceitual importante, a saber, a diferença entre *Over-Attention* e *Cover-Attention* (Graziano, 2019).

Para controlar o movimento de modo eficiente, o cérebro precisa de um modelo interno, mas não como o tectum/colículo superior (*overt attention*) que modela o próprio corpo (os olhos, a cabeça e assim por diante), mas que modele o foco da atenção em algo não presente, ou seja, sem ter que olhar diretamente para algo. Esta é a função da *Cover Attention*. Nos humanos, as áreas evoluídas recentemente (o prosencéfalo, especificamente, o telencéfalo) são as estruturas permitiram a *Covert-Attention* e a sua função, isto é, a função do foco da atenção aos conteúdos internos tal como as memórias, as intenções, os planos, os conceitos e outras de representação (Graziano, 2019). A ASM faz isso construindo um Esquema de Atenção (AS), um conjunto de informações

[96] O caso do processamento visual é um bom exemplo, as áreas visuais têm uma organização geral, tendendo a uma maior complexidade à medida que as informações fluem de áreas de ordem inferior próximas à parte posterior do cérebro para áreas de ordem superior mais próximas à frente (Graziano, 2019, p. 39).

constantemente atualizadas que descreve o que a atenção está fazendo momento a momento e quais são as consequências. Assim, as informações contidas nele fornecem um relato caricatural de como os níveis mais altos de atenção cortical tomam posse dos itens (Graziano, 2019).

O AS é uma representação interna de si próprio, uma espécie de mapa muito parecido com o esquema cerebral do corpo em que o cérebro está alojado. Isso quer dizer que o esquema é uma autodescrição "desenhada", uma representação interna com capacidade de conhecimento e experiência (Graziano & Webb, 2017). Adicionalmente, um ponto importante a ponderar é que o AS carece de detalhes físicos de seu próprio funcionamento, ou seja, ele não tem acesso ao seu próprio funcionamento neuronal subjacente – os bilhões de neurônios, as sinapses e os sinais eletroquímicos - e nem da sua arquitetura cognitiva. Todavia, isso não é um complicador, pois o esquema não precisa de tais detalhes, sendo que, a informação contida no esquema acerca do cérebro, apesar de retratar uma versão imperfeita, simplificada e representacional da atenção, é eficiente para a percepção e a ação (Graziano & Webb, 2017; Graziano, 2019). Outrossim, esse recurso causa a mente interpretar a si mesma como tendo uma natureza não-física, pois não há acesso por introspecção aos processos neuronais, inversamente, é forçoso salientar que o esquema refere somente aos processos de alto nível, sendo assim, o possuidor deste recurso só tem acesso à uma versão simplificada e altamente editada dos resultados dos processos cerebrais subjacentes, mediante julgamentos introspectivos (Graziano & Webb, 2017; Graziano, 2019).

Para a ASH (Graziano, 2019), o AS do cérebro também foi recrutado pela evolução para permitir que os organismos modelassem a atenção de outros organismos, particularmente, evoluindo de maneira adaptativa e presente em mamíferos mais avançados como os primatas não-humanos e, especialmente, os humanos com uma forma de comportamento social complexo. Isso quer dizer que este modelo interno é antigo, altamente simplificado e aperfeiçoado pela evolução para servir às duas funções principais: (1) A sua primeira função pode ter sido como um automodelo, para monitorar, fazer previsões e ajudar a controlar a própria atenção; (2) A segunda função pode ter sido um catalisador para a cognição social, permitindo modelar os estados de atenção dos outros e, assim, prever o seu comportamento (Graziano, 2019).

Por último, para a ASM (Graziano & Webb, 2017), o AS provê o ingrediente adicional que faltava para as teorias mais estabelecidas de atenção e da consciência, a

saber, aquilo que tem relação com os sentimentos e a capacidade de atribuir consciência aos outros. Os milhões de anos de evolução deram aos humanos (e, talvez, aos primatas) a capacidade de ler as pistas mais sutis e construir os modelos mais ricos das mentes uns dos outros, o que se faz mais intuitivamente usando a percepção, os estados emocionais e mecanismos de leitura de mentes (Graziano, 2019). Para tanto, os sentimentos são necessários para exercer esta outra função, prevista pela ASM, que é modular os estados atencionais dos outros: isso não quer dizer que, por exemplo, a zebra tenha a capacidade de inferir os conteúdos na presentes "mente do leão" e nem que esteja consciente (no sentido *aware*) do filhote em perigo, mas que isso performa uma função como a habilidade de poder interagir socialmente com os indivíduos da sua espécie, de modo mais automático e perceptual que cognitivo e deliberativo, sendo crucial para os organismos que possuíssem esta função sobreviverem (Graziano & Webb, 2017; Graziano, 2019).

Desse modo, se a ASM procura responder à questão de por que a consciência depende de sentimentos acerca de estados do corpo correntes, o modelo também oferece uma explicação de porque isso parece ser uma experiência interna subjetiva e por que ela parece ser não-física[97]: a consciência é vista como uma "ilusão", ou seja, o cérebro acredita e "insiste" que é consciente de algum modo não-físico, porque tudo o que conhece é seu esquema não-físico simplificado (dito *cartoonish*) de seus processos de atenção, mas Graziano (Graziano, 2019) ressalta algo importante ao chamá-la de "ilusão", isso não quer dizer que a consciência não seja um fenômeno real, ou que as

[97] Note aqui que há uma diferença entre a consciência (*awareness*) dos outros e a consciência de si próprio. Na ASM, atribuir consciência aos outros e atribuir consciência a si mesmo divergia do mesmo mecanismo cerebral subjacente. Estes são dois processos distintos que compartilham os mesmos mecanismos cerebrais subjacentes. Pelo menos, há algumas evidências que apoiam uma sobreposição nas redes cerebrais envolvidas nessas duas funções: danos à junção temporo-parietal (TPJ) podem levar à negligência, perda de consciência de objetos e eventos no lado do espaço oposto à lesão cerebral (Graziano & Webb, 2017, p. 553). Em razão disso, a primeira está relacionada à *overt attention*, enquanto que a consciência de si está correlacionada à *covert attention*. Na literatura, há muitas redes da atenção catalogadas, a saber, há a *dorsal attention network* (DAN), a *Default Mode Network* (DMN), a *ventral attention network* (VAN), a *salience network* (SN), a *control network* (CN), a *theory-of mind network* (TMN) e outras. A ASM aposta na TPJ, uma estrutura parietal-frontal que é associada à muitos processos de alta-ordem, como o raciocínio matemático, mas também à orientação espacial com vista a uma ação, por exemplo, ela processa uma variedade de itens de espaço próximo ao corpo, o espaço peripessoal, e ajuda a coordenar as ações defensivas em relação aos objetos iminentes. A TPJ-dorsal ($_{D}$TPJ) está posicionada numa rede entrecruzada da VAN, da SN e da TMN. Mas este *hub* de processamento de informação não funciona sozinho, esta assembleia de neurônios que forma uma rede é um nó na teia que contribui para as computações relacionadas à consciência (Graziano, 2019, p. 85-7).

coisas das quais temos consciência não estão realmente "lá", do contrário, para a ASM, a consciência é uma explicação simplificada e imperfeita de algo real.

Portanto, todo o modelo interno é uma versão simplificada da realidade, porque a realidade tem muito mais complexidade e textura microscópica que o cérebro tem qualquer razão ou capacidade de lidar. A ASM postula uma diferença interessante entre as consciências fenomenal e informacional. Os julgamentos introspectivos sobre os processos internos mostram uma consciência fenomenal, mas só o que há são os processos informacionais subjacentes aos processos psicológicos, como o próprio julgamento introspectivo. Por isso a consciência fenomenal aparece, a saber, isso acontece, porque o organismo faz os julgamentos introspectivos afirmando que possui processos internos e consciência, mas com base em informações imperfeitas (Graziano, 2019).

2.2.4. Consciência

Neste subtópico sobre a evolução da consciência e da linguagem, quanto a evolução da consciência, se aborda somente a diferença entre a consciência noética-verbal e não-verbal no tocante à evolução. O tópico é mais detalhadamente desenvolvido na seção seguinte (seção 3 do capítulo 3) que se defronta com o tema da evolução da consciência em animais não-humanos e humanos, as questões das homologias e diferenças e estudos comparativos.

Ao nível das definições conceituais, Tulving (Tulving, 1972; Tulving, 1985) propôs que a consciência noética e autonoética estão associadas às duas classes de memória explícita ou consciente, chamadas memória semântica e episódica. As memórias semânticas consistem em conhecimento factual e são vivenciadas como estados noéticos de consciência, enquanto, as memórias episódicas tratam de fatos ancorados no espaço e no tempo que envolvem o *self* e são vivenciadas como estados autonoéticos de consciência. O envolvimento do *self* torna as memórias episódicas pessoais, isto é, autobiográficas. A função da consciência autonoética possibilita ao organismo realizar uma viagem mental no tempo para lembrar o passado e imaginar o futuro com o *self* como protagonista (Ledoux & Brown, 2017).

Os animais não-humanos têm elementos factuais de memória episódica, ou seja, a capacidade de formar as memórias sobre o que, onde e quando alguns eventos ocorreram

(Ergorul & Eichenbaum, 2004). No entanto, a questão se animais não-humanos podem envolver-se em pensamento consciente auto-referencial (Clayton et al., 2003), e assim ter autoconsciência, é menos certo (Suddendorf & Corballis, 2010). A autoconsciência é vista por muitos como uma experiência exclusivamente de animais humanos (Lou et al., 2016).

Uma interessante distinção (Klein, 2013) é traçada entre a memória episódica (memória sobre eventos autobiográficos sobre o "do que" aconteceu, "onde" aconteceu e "quando" aconteceu) e a consciência autonoética (a consciência de que os fatos sobre "o que", "onde" e "quando" aconteceram envolvem o *self*). Se assim for, a memória episódica pode ser pensada simplesmente como uma forma complexa de memória semântica, e não como uma memória sobre si mesmo. Somente quando o *self* é explicitamente integrado ao episódio é que ocorre a consciência autonoética. Neste sentido, os animais podem ter memória episódica ("o quê", "onde", "quando"), e talvez até consciência noética, mas podem, no entanto, carecer de consciência autonoética (Ledoux& Brown, 2017; Ledoux, 2019).

Segundo a taxonomia apresentada pela HOTEC (Ledoux, 2019; Ledoux, 2021), há os tipos de consciência anoética, que é a consciência não-cognitiva e marginal de estímulos externos ou estados internos, a consciência noética, que é a consciência cognitiva de fatos e/ou ideias sobre o mundo e sobre si mesmo e a consciência autonoética, que é a consciência cognitiva de si mesmo com o *self* concebido como uma entidade com passado, presente e futuro. Os dois últimos tipos são cognitivos, ou seja, são baseados na memória explícita episódica e semântica que demanda de uma arquitetura cognitiva capaz de recuperar e processar estas informações, mas o primeiro tipo é processual, ou seja, baseado na aprendizagem implícita. Outra forma de dizer isto é que a consciência autonoética e noética dependem do uso de representações internas e modelos mentais, mas a consciência anoética não depende disso. Isso quer dizer que, elas são dependentes de representações de alta-ordem, sendo que, a consciência autonoética depende de uma terceira-ordem de representação caracterizada pelo senso e o esquema de *self* (Ledoux, 2021). A consciência autonoética, portanto, é considerada um tipo de consciência de alta-ordem, que será tematizada na seção 4 do presente capítulo, justamente, com outras formas de consciência de alta-ordem e a sua relação com a linguagem.

O foco aqui é na consciência noética e, desse modo, naquilo que seriam seus constituintes estruturais e funcionais. Assim sendo, a consciência noética demanda de representações de alta-ordem, informações semânticas, informações que correspondem aos estados emocionais, uma arquitetura cognitiva, isto é, a memória de trabalho, a atenção seletiva, mas não possui representações adicionais que correspondem ao *self* (Ledoux & Brown, 2017, Brown et al., 2019; Ledoux, 2019; Ledoux, 2021). Complementarmente, a consciência noética é mantida pelas chamadas Redes Gerais da Cognição (GNC) que incluem áreas dorsolaterais, ventromediais, o cingulado anterior e orbito-frontais (Ledoux, 2019; Ledoux, 2020).

Outro ponto fulcral é a distinção entre os subtipos de consciência noética, ou seja, a sua forma verbal e não-verbal conceitual (Ledoux, 2019). A forma noética de consciência está no gradiente entre as formas não-conscientes de processamento de informação e as conscientes (Dehaene et al., 2006). Mas a cognição não-consciente e a autoconsciência reflexiva não são as únicas duas opções psicológicas, visto que, há a consciência noética, baseada no conhecimento semântico, que se situa entre elas (Ledoux, 2019). Nos animais humanos, os estados noeticamente conscientes estão frequentemente ligados às memórias semânticas verbais e não-verbais, como as conceituais. Primeiramente, é preciso dizer que as memórias semânticas não-verbais correspondem às informações e conceitos sobre os objetos no mundo externo e interno, por exemplo, uma árvore, pássaro, rio, comida, outros organismos, ou objetos internos como as representações de estados do corpo/cérebro. Por isso, a consciência noética é uma representação de alta-ordem, pois também se podem usar conceitos não-verbais para orientar o comportamento (Ledoux, 2019). Talvez essa forma não-verbal de consciência noética possa existir em primatas não-humanos, e possivelmente em outros mamíferos, e talvez até em pássaros (Ledoux, 2019).

Se um animal não-humano possui este tipo de consciência, então poderia estar consciente de estar na presença de perigo ou comida, adversários ou parentes, assim também, o organismo poderia estar consciente de memórias sobre os objetos e as situações e até pode ter uma sensação de familiaridade em situações recorrentes (Ledoux, 2019). Possivelmente, o mais longe que o organismo poderia chegar seria até possuir uma sensação de *self* como distinto do outro, mas ancorado em memórias de sensações corporais (*self* como objeto), mas sem o conhecimento de que a experiência lhe pertencia *(self* como sujeito) (Damasio, 2010; Damasio, 2018).

Na seção seguinte é apresentado alguns modelos em pesquisas que correspondem à esta versão sobre o que pode ser considerado a base neural da consciência noética em animais não-humanos, por exemplo, como as pesquisas de Nikos Logothetis e colegas (Logothetis et al., 1996; Logothetis, 1998). Ao estudar as respostas dos macacos *rhesus* aos estímulos visuais, eles procuraram apresentar possíveis correlatos neurais da percepção consciente. Especificamente, eles descobriram que áreas do fluxo de percepção/memória ventral (área ínfero-temporal-IT) e do córtex pré-frontal estão ativas quando os macacos respondem comportamentalmente aos estímulos sob algumas condições, mas que sob outras condições, apenas o córtex visual está ativo. Comparativamente, a combinação da atividade visual e pré-frontal é o que ocorre quando os animais humanos podem relatar as suas experiências visuais subjetivas (TONG ET.AL., 1998). As descobertas são, portanto, consistentes com a consciência visual noética (Ledoux, 2019).

Outros estudos (Mantini et al., 2011) mostraram que as redes pré-frontais desencadeiam certos estados cerebrais globais em macacos, semelhantes ao que foi proposto pela Teoria do Espaço de Trabalho Neuronal Global (GNW) da consciência humana (Dehaene et al., 2003). Embora estas descobertas também sejam compatíveis com uma forma noética de consciência resultante da transmissão global, as descobertas são igualmente compatíveis com uma interpretação não-consciente, uma vez que, como mencionado anteriormente, a GNW postula uma taxonomia separando os processos subliminares, pré-conscientes e conscientes dependendo de estados cognitivos conscientes e não-conscientes em áreas pré-frontais (Dehaene et al., 2006) que poderiam compor as redes de larga-escala (Uddin et al., 2009).

A distinção entre consciência noética verbal e não-verbal torna muito mais fácil considerar cientificamente a consciência entre animais humanos e não-humanos. Apesar que os animais são capazes de usar o conhecimento semântico não-verbal para resolver problemas complexos (Balasko & Cabanac, 1998; Bravo-rivera et al., 2021), tais tarefas são diferentes das evidências de uso da linguagem (Seth et al., 2005; Birch et al., 2021). Sem a capacidade de relato verbal (só por meio da observação comportamental e da emissão de vocalizações) (Pinker, 2010; Bolhuis Et.Al., 2014), é difícil descartar explicações que atribuem a ausência da consciência noética verbal em espécies não-humanas (Ledoux, 2019).

Portanto, a ideia da diferença da consciência noética verbal e não-verbal é fundamental para a hipótese de trabalho, pois é sugerido de maneira única e original que este tipo de consciência é o que possibilita conceber a linguagem em animais humanos, ou seja, é a *consciência noética verbal que coordena os processamentos informacionais simbólicos na memória de trabalho e, posteriormente, no sistema cognitivo-computacional para a geração de representações simbólicas passíveis de serem transmitidas à outros organismos que possuem o mesmo mecanismo consciente capaz de decodificar as informações.* Do contrário, a consciência noética não-verbal pode permitir aos organismos estarem conscientes dos acontecimentos à sua volta e do significado destes acontecimentos à medida que acontecem, e até mesmo ter consciência do seu corpo como objeto, por exemplo, como dito anteriormente, pode permitir que o organismo tenha consciência da presença de alimentos e distinga os nutritivos dos venenosos, de um organismo colaborador e explorador, das sensações corporais que pertencem ao organismo daquilo que pertence ao mundo, e também tomar decisões, e com base nesses decisões, interpretar o comportamento dos outros organismo e construir laços sociais complexos, mas sem ter também outras capacidades mais elaboradas subjacentes à capacidade de estar reflexivamente consciente de si mesmo como participante de tais estados no presente ou no passado, ou no futuro imaginado e, por fim, transmitir todas essas informações simbolicamente.

2.2.5. Linguagem: *Know-How,* Vida Social e Cooperação

Quanto à evolução da linguagem, que já foi discutida em todo o capítulo 2, restará resgatar somente alguns pontos relevantes entre os modelos essencialistas generativo (Hauser et al., 2002; bolhuis et al., 2014) e adaptacionista (Pinker & Bloom, 1990; Pinker 2003, Pinker, 2010) quanto a importância da linguagem para a vida cotidiana do hominídeo caçador-coletor, a sua vida inter-dependente em grupo e a cooperação.

Muitos pesquisadores (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al., 2014) argumentaram que a evolução da faculdade da linguagem humana não pode ser explicada pela seleção natural darwiniana. Chomsky (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al., 2014) e Gould (Gould & Vrba, 1982), por exemplo, sugeriram que a linguagem pode ter evoluído como sub-produto a partir de outras habilidades ou como consequência de *constraints* e exaptações. Eles (Hauser et.al., 2002; Bolhuis et.al., 2014) ainda argumentam que uma especialização

biológica para a gramática é posterior a função inicial das estruturas que eram voltadas para o raciocínio matemático e navegação espacial e que os modelos explicativos neo-darwinistas não mostrariam a variação genética, como o caso do gene FOXP2, discutido no capítulo 2. Desse modo, para os essencialistas generativos, não poderia existir quaisquer formas intermediárias entre os sistemas de comunicação avançados, presentes em animais não-humanos, e a linguagem em humanos, pois pressupor a evolução por seleção natural gradual, exigiria mais tempo evolutivo e espaço genômico do que é disponível (Hauser et.al., 2002; Bolhuis et.al., 2014).

Em oposição, a teoria evolucionista (Darwin, 1872; Tooby & Cosmides, 1989; Pinker & Jackendoff, 2005a; Pinker, 2010) oferece critérios para quando uma característica de uma habilidade deve ser atribuída à seleção natural: isso envolve a relação entre uma estrutura e a uma função cujo a função evoluiu para o seu propósito inicial, que o tempo evolucionário seja realmente extenso, e que as características sejam cumulativas. Tal debate foi a razão das seções 3 e 4 do capítulo 2. Naquele momento, foi argumentado (capítulo 2, seção 4) que o essencialismo adaptacionista possuía algumas vantagens em relação ao essencialismo generativo em algumas questões (que a sintaxe não seria a única estrutura diferencial da linguagem; que a linguagem evoluiu para a comunicação e não para outras funções; e que a evolução foi gradual e não-saltaória) e que ele era totalmente compatível com a defesa de uma mecanismo cognitivo-computacional que possui uma estrutura sintática hierárquica no seu eixo. Agora, o objetivo é apresentar razões adicionais para apoiar o essencialismo adaptacionista no que concerne a importância do *know-how* tecnológico, da cooperação entre não-parentes e da co-evolução da linguagem com a sociabilidade.

2.2.5.1.Know-How Tecnológico

Na evolução dos animais humanos, eles usaram e a sua vida dependia de muitos tipos de ferramentas, que envolvem múltiplas peças e métodos complicados de fabricação (Mithen, 2002; Mithe, 2003; Mithen, 2006). As ferramentas são implantadas em sequências estendidas de comportamento e são adquiridas tanto pela descoberta individual quanto pelo aprendizado com os outros indivíduos. As ferramentas foram implantadas para capturar outros animais, para processar alimentos (incluindo cozinhá-los, fermentá-los, deixá-los de molho, descascá-los e triturá-los para remover toxinas e

aumentar a disponibilidade de nutrientes) e para gerar e administrar medicamentos (Mithen, 1998; Mithen, 2000). Nesse sentido, há uma relação entre a mente do hominídeo pré-histórico a extensão disso para o ambiente configurando um objeto de estudo na arqueologia cognitiva. Com efeito, é muito difícil pensar a cognição sem relação com o nicho ecológico. Alguns (Whiten & Erdal, 2012) propuseram que o conceito chamado de "Nicho Cognitivo", que refere ao aspecto relacional da cognição, os objetos e o ambiente, pode ser bem sugestivo para fins de explicação.

Um Nicho Ecológico é por vezes definido como o papel que um organismo ocupa num ecossistema (Chiu & Laland, 2022). O Nicho Cognitivo é uma extensão livre deste conceito, baseado na ideia de que, em qualquer ecossistema, existe a possibilidade de um organismo ultrapassar as defesas fixas de outros organismos através do raciocínio de causa e efeito e da ação cooperativa para implantar as informações e as inferências, em vez de características particulares da física e da química, para extrair os recursos de outros organismos em oposição às suas adaptações para proteger esses recursos (Whiten & Erdal, 2012). Estas inferências são realizadas internamente em modelos mentais do mundo, governados por concepções intuitivas da física, biologia e psicologia, incluindo a psicologia dos animais (Tooby & Cosmides, 1989). Isso permitiu aos animais humanos inventar as ferramentas, as armadilhas e as armas para extrair substâncias (venenos e drogas) de outros animais e plantas, mas também possibilitou a eles se envolverem em ações coordenadas, por exemplo, se espalhando por uma paisagem para conhecê-la ou conduzir e concentrar a caça ou aplicar estratégias de defesa, no final das contas, funcionando como um enorme superorganismo (Pinker, 2010).

As ferramentas foram consequências desses estratagemas cognitivos que são concebidos dinamicamente em infinitas combinações às particularidades da ecologia local (PINKER, 2003). Mas há algo também importante. Outro fator facilitador pode ter sido a posse de mãos preênseis (uma adaptação à arborização) em combinação com a bipedalidade (presumivelmente uma adaptação à locomoção). Isso é conhecido pelo registro fóssil que ambos precederam a expansão do cérebro e o desenvolvimento do uso de ferramentas e utensílios (Stringer, 2016). Talvez, a disponibilidade de membros e partes do corpo que são manipuladores de precisão significasse que qualquer capacidade aprimorada poderia sair da imaginação e impactar a vida diária dos hominídeos (Pinker, 2003).

As pressões de seleção sobre o nicho ecológico-cognitivo-social (Whiten & Erdal, 2012), que a teoria evolutiva invoca (Darwin, 1872; Tooby & Cosmides, 1989; Pinker 2003; Pinker, 2010), são diretas e não dependem de algum comportamento altamente específico (por exemplo, usar ferramentas para extrair alimentos ou cuidar da prole de modo compartilhado) ou ambiente (por exemplo, uma mudança específica no clima), pois eles não perseveram ao longo dos milhões de anos em que os animais humanos modernos desenvolveram os seus grandes cérebros e as ferramentas complexas. Em vez disso, invoca as vantagens intrínsecas do *know-how*, da cooperação e da comunicação que acompanham o *sapiens* (Bloom & Pinker, 1990).

2.2.5.2. Cooperação entre não-parentes

Animais humanos e animais não-humanos cooperam com outros organismos ao trocar bens, favores, *know-how*, compromissos e assim por diante. Além disso, animais humanos agem coletivamente na criação/cuidado dos filhos, na coleta, na caça e na defesa. Esta cooperação se estende aos outros animais humanos que não estão relacionados diretamente, mas pertence ao mesmo grupo social podendo ser extenso. Nesse sentido, ocorrem parcerias mutáveis, coligações e relações comerciais e, portanto, deve ser explicada não pela seleção de parentesco, mas pelo mutualismo ou reciprocidade (Trivers, 1971).

A evolução da cooperação pelo benefício recíproco requer uma série de adaptações cognitivas, que de facto parecem estar bem desenvolvidas nos humanos (Mithen, 2014). Incluem o reconhecimento dos indivíduos (Kanwisher & Moskovitch, 2000), um sistema de memória episódica para as suas ações (Klein et al 2002), a habilidade de classificar as ações que violam um compromissos de reciprocidade (Cosmides et al., 2010), um conjunto de respostas emocionais, certas emoções morais e sentimentos como simpatia, gratidão, raiva, culpa e confiança, que impelem um indivíduo a iniciar a cooperação, recompensar os cooperadores e evitar os exploradores (Prinz, 2004; Damasio, 2010), e habilidades que possibilitaram identificar a performance, a confiança e a reciprocidade dos outros animais humanos observando o comportamento, lendo a mente e compartilhando as informações sobre os outros para construir um registro da própria e da reputação dos outros (Novak & Sigmund, 1998).

Os animais humanos cooperam através de diferentes tipos de relacionamento, neste caso, governados por regras para a distribuição de recursos (não só posses de objetos, mas também de informações e de conhecimentos práticos) como o benefício recíproco, o compartilhamento mutualístico e o estabelecimento de hierarquias sociais (Greene, 2013). As ligações sociais podem ser dinamicamente alteradas entre os tipos de relacionamentos de acordo com a sua história, o parentesco, o apoio social, o recurso em jogo e o contexto social e ecológico mais amplo (Greene, 2013). Assim, as exigências desta negociação respondem por muitos dos aspectos complexos da vida social humana, tais como polidez, hipocrisia, ritual e tabu (Greene, 2013).

A linguagem gramatical apresenta vantagens claras na transmissão de informações, porque permite que as mensagens sejam compostas a partir de elementos, em vez de extraídas de um repertório finito e confere a capacidade de expressar um número ilimitado de novas mensagens (Pinker et al., 2008). A sintaxe gramatical, por sua vez, torna possível aos utilizadores da língua partilhar um número ilimitado de mensagens relativas aos eventos específicos (por exemplo, quem fez o quê a quem, quando, onde e porquê), conhecimentos especializados generalizados (por exemplo, para conseguir isto, faça aquilo) e compromissos sociais flexíveis (por exemplo, se você fizer isso, então, eu farei aquilo) (Pinker et al., 2008).

Apesar que a linguagem possa ser usada para a influência (Krebs & Dawkins, 1984), os sistemas de comunicação avançados e a linguagem, que possui um núcleo sintático em seu centro, só evoluíram em um contexto ecológico-cognitivo de cooperação e de vida socialmente interdependente (Pinker, 2010). Desse modo, mesmo que um organismo mostre ao outro (um não-parente) como pescar (*know-how*) e o outro possa furtar a pesca ou revelar aos outros o local onde há uma boa pesca, se o organismo informar apenas aos outros que provavelmente retribuirão o favor, ambos poderão obter os benefícios da troca (Pinker, 2003). Assim, há uma enorme vantagem em usar as habilidades de cognição social para elaborar as estratégias comunicativas com aqueles com quem é estabelecido uma relação não-exploratória.

2.2.5.3. Sociabilidade

A vida socialmente interdependente dos ancestrais hominídeos é caracterizada por uma relação co-evolutiva da cognição, linguagem e sociabilidade. Tal como um organismo pode alterar o nicho ecológico e alterar as pressões evolutivas que recaem sobre ele e a população (Levins & Lewontin, 1985), assim também os organismos podem alterar o nicho cognitivo-social (Whiten & Erdal, 2012). As particularidades de um nicho cognitivo são construídas de forma semelhante, no sentido de que, os incrementos iniciais na cooperação, na comunicação e no conhecimento alteraram o ambiente social e, portanto, as pressões de seleção para os hominídeos ancestrais. Isso, talvez, explique o "por que" das habilidades cognitivas que favorecem o *know-how* tecnológico, à comunicação e à cooperação entre os não-parentes sejam muito desenvolvidas na espécie sapiens, pois cada faculdade acaba aumentando o valor e a performance das outras (Cosmides et al., 2010).

Há uma relação indissociável entre o *know-how* prático e a linguagem. Um indivíduo que passa por experiências pessoais e sociais, pode aprender e armazenar as informações dentro do seu sistema, dentro do seu cérebro e corpo. A linguagem, por sua vez, é um meio de transmitir essa informação para outro organismo se o outro organismo possui os mesmos mecanismos para codificar e decodificar a mensagem. Dessa forma, essa habilidade de compartilhar as informações, por meio de um sistema linguístico, pode potencializar o valor da aquisição de novos conhecimentos e habilidades. Isso ainda pode encurtar o caminho, pois inibe a necessidade de recapitular as tentativas e erros de outros indivíduos evitando o desperdício de tempo e recursos e coletando benefícios que podem ser adaptativos (Pinker, 2010).

No entanto, além de poder ser explorado para alterar o ambiente, o *know-how* tecnológico pode ser partilhado com familiares e outros cooperadores. Ainda é possível compartilhar esse *know-how* sem perda, neste caso, se um hominídeo transferir uma informação sobre um local onde há boa pesca, ele não perde a informação, de modo distinto como aconteceria com uma posse, por exemplo, o próprio peixe. Para tanto, a linguagem tem papel central, pois ela pode multiplicar esta proliferação pelo custo de baixo gasto de tempo e energia, assim, um organismo pode conferir a outro o benefício de uma nova informação crucial à sobrevivência (Trivers, 1971; Pinker, 2003; Cosmides & Tooby, 2013). Desse modo, um mecanismo que confere um elevado benefício aos outros é compensado por um baixo custo para outro organismo e é central para a evolução

da cooperação através da simbiose, porque ambas as partes podem lucrar com a sua troca a longo prazo (Pinker, 2010).

Nesta perspectiva, a linguagem, a cooperação e a sociabilidade são relacionais e tem que ser concebidas conjuntamente na evolução da linguagem. A capacidade de compartilhar *know-how* através da linguagem pode, portanto, ter sido um grande acelerador na evolução da cooperação, porque dá aos animais humanos tanto o incentivo adaptativo quanto os meios para cooperar. As pessoas podem negociar não apenas bens, mas também conhecimentos, *know-how* tecnológico e favores, e as trocas não se limitam ao que pode ser trocado naquele momento, mas os bens e favores podem ser transferidos até para o futuro (Pinker, 2003; Pinker, 2010).

A co-evolução linguagem, cooperação e sociabilidade implica uma relação bidirecional. Isto é, a linguagem pode fomentar a cooperação e aumentar a complexidade das relações sociais expandindo-as para lugares distantes e outras gerações. Mas, inversamente, ela também depende da cooperação e da sociabilidade, pois ela só é possível em grupos sociais que cooperam, visto que, não há vantagem em partilhar as informações com os exploradores (Pinker, 2003; Pinker, 2010). A perspectiva relacional entre a linguagem, a cooperação e a sociabilidade, podem ser observadas no investimento de tempo e energia que o *sapiens* dedica às relações com parentes e não-parentes (Tomasello, 2014) e até com as outras espécies (Farah, 2008). Os animais humanos e, principalmente o *sapiens*, alteraram o seu ambiente, neste caso, o seu nicho ecológico nos seus diversos habitats, passando a construir as cidades e modificando as suas fontes alimentares, principalmente com a agricultura. Ao mesmo tempo, eles também alteraram os seus modos de vida, como as infâncias prolongadas e o tempo dedicado ao lazer e ao ócio. Tomado isso em conjunto, essas características são coerentes como uma caracterização do nicho cognitivo, com melhorias e riscos, que servem como uma pressão de seleção adicional que força a vida dos animais humanos e não-humanos.

Seção 3

Consciência em Animais Humanos e Não-Humanos

Neste tópico, a meta é tratar do problema das homologias e das diferenças entre os tipos de consciência presentes em animais não-humanos e humanos e os critérios que são utilizados para construir os perfis de consciência (Seth et al., 2005; Edelman 2009; Edelman & Seth, 2009; Birch, 2019; Birch et al., 2020).

3.1. Estratégias Metodológicas e Modelos Animais de Consciência

A pesquisa da consciência com animais não humanos pode ser dividida em duas categorias (Blake & Logothetis, 2002; Edelman & Seth,2009; Birch et al., 2020): (1) a primeira categoria assume a presença da consciência em espécies animais particulares, como primatas não-humanos, e usa-os como modelo para a consciência humana (Boly et al., 2013); (2) a segunda categoria tenta estabelecer se uma determinada espécie animal tem experiências conscientes ou não, a fim de compreender as origens filogenéticas e comparar as bases fisiológicas da consciência (Boly et al., 2013).

Na categoria (1), objetiva-se empregar os modelos de animais não-humanos para encontrar os NCCs, especificamente, os correlatos neurais dos conteúdos conscientes, e os principais candidatos são os animais não-humanos que compartilham as características anatômicas, fisiológicas e funcionais com o cérebro humano. Um exemplo deste tipo de modelo são as pesquisas de Logothetis e colegas (Logothetis & Schall, 1989; Scheinberg & Logothetis, 1997), na qual, os autores empregam as metodologias do tipo de estímulos visuais multiestáveis (*multistable visual stimuli*) como os paradigmas de Rivalidade Binocular (BR), Supressão de Flash e certas ilusões de ótica como o Cubo de Necker. Os estudos eletrofisiológicos em primatas têm mostrado que o disparo neuronal em uma ampla gama de áreas corticais pode estar correlacionado com a experiência de imagens visuais, ou seja, a percepção subjetiva, incluindo regiões cerebrais como as áreas visuais retinotopicamente organizadas e o córtex ínferotemporal (IT) (Logothetis & Schall, 1989). Apesar que os estudos sejam correlacionais, com o acúmulo de conhecimento e a variação metodológica, o objetivo poderá ser entender a contribuição causal de certas estruturas cerebrais para a percepção consciente (Scheinberg & Logothetis, 1997).

A categoria (2) corresponde às pesquisas filogenéticas da consciência em animais não-humanos que indaga sobre a distribuição da consciência entre os filos e a sua origem

(Carruthers 2000; Feinberg & Mallatt, 2013). Para tanto, a questão de quais linhagens (se espécies, classes ou filos) de animais são conscientes, inevitavelmente ainda está imbricada com as considerações sobre a origem evolutiva da consciência (Ledoux, 2019). Essas visões sobre a origem da consciência são muito próximas com as perspectivas darwinianas sobre a origem da vida, partilhando de muitos princípios explicativos, pelo qual, considera-se que os organismos atuais evoluíram por meio da seleção natural e da descendência comum, com modificações gradativas, de um pequeno número (talvez um) de traços a partir de ancestrais muito mais arcaicos que os modelos saltatórios preveem (Graziano & Webb, 2017).

Neste escopo de pesquisa há um interesse se um traço, que é característico de uma determinada espécie, surgiu nessa espécie ou é derivado de um ancestral (Damasio, 2018). Consequentemente, sobre esta questão da origem da consciência, segundo o primeiro caso, se ela surgiu na espécie sapiens, então a consciência (ao menos, as suas formas de alta-ordem) é exclusivamente humana (Mashour & Alkire, 2013). Contudo, no segundo caso, se a consciência é compartilhada entre as espécies, então esse traço estará presente em outras espécies derivadas desse ancestral e as homologias potencializadoras de comparações poderão ser elaboradas (Seth et al., 2005), a menos que tenha sido secundariamente perdido nessas espécies (Tattersall, 2004). Dessas conjecturas surgem perguntas sobre se a consciência surgiu primeiro nos humanos ou em um ancestral não-humano anterior? E se no último caso, então, o que era esse ancestral? Outra via de investigação seria a possibilidade de a consciência ter surgido várias vezes durante a evolução e ter evoluído independentemente em insetos, pássaros, répteis e morcegos, por exemplo (Birch et al., 2020)[98].

[98] A questão funcional da consciência, ou seja, saber se a consciência tem alguma função, um efeito físico no organismo, não é unanimidade. Se assumir que a consciência não possui função, então ela pode ser um byproduct de outro traço ou característica, por exemplo, como uma capacidade de integração de informação, desse modo, a consciência poderia ter sido selecionada justamente com a propriedade que seria vantajosa ao organismo. Outra possibilidade é que a consciência fenomenal seja um "acidente evolutivo congelado" (*frozen evolutionary accident*), isto é, alguma mutação adaptativa neutra pode ter causado o surgimento da consciência fenomenal e, mais tarde, a deriva genética aleatória pode ter causado a fixação da consciência fenomenal nas populações que a possuíam (Maley & Piccininni, 2018). Ainda assim, o pressuposto que a cognição complexa pode ser um indicativo da presença de consciência pode ser mantido (Mashour & Alkire, 2013). As evidências acumuladas indicam a presença de processos cognitivos complexos em animais, como pássaros e certos invertebrados filogeneticamente distantes dos humanos e os exemplos incluem a presença de memória de trabalho, aprendizado social, planejamento e resolução de problemas em pássaros, bem como a presença de comportamentos ricos, aprendizado sofisticado e faculdades de memória em moluscos cefalópodes, como o polvo. Veja que, neste caso, a cognição complexa indicaria a presença de consciência, mesmo que a consciência não tenha uma função (Mashour & Alkire, 2013; Maley & Piccininni, 2018). Esta parece ser uma ideia difícil de conceber na perspectiva evolucionista

Dentro da categoria (2) é que estão incorporados os dois modelos metodológicos que são utilizados aqui nesta seção, a saber os modelos sintético (Seth et al., 2005; Edelman & Seth 2009; Edleman, 2009) e multidimensional (Birch et al., 2020) que servem de fundamentação experimental quanto às homologias e as diferenças de estruturas e funções entre as espécies. A abordagem sintética parte da noção que a consciência pode ser gerada em diferentes sistemas nervosos por uma variedade de mecanismos subjacentes e sugere a necessidade de examinar as restrições e, portanto, de sintetizar os dados de comportamentos, estados neurofisiológicos, evidências neuroanatômicas e funcionais. Com efeito, as formas de consciência seriam compartilhadas (consciência primária) e não-compartilhadas (consciência de alta-ordem) indicando uma diferenciação em grau entre as formas mais simples e complexas (Edelman, 1992; Seth et al., 2005; Edelman & Seth 2009; Edelman, 2009).

Distintamente, a abordagem multidimensional apresenta uma estrutura multidimensional para entender a variação interespécies nos estados de consciência. A estrutura distingue cinco dimensões principais de variação, a saber: riqueza perceptiva (*perceptual richness*) que refere aos diferentes tipos de percepção como a visão e o tato que dão suporte à comportamentos cognitivos complexos; a riqueza avaliativa (*evaluative richness*) que foca em valências e magnitudes afetivas que são fatores de influência na tomada de decisão; a integração no tempo (*integration at a time*) que concerne a integração e a diferenciação da informação necessárias para garantir a unidade de uma cena percebida e sua individualidade; a integração através do tempo (*integration across time*) que diz respeito à formação de uma noção de temporalidade crucial para a identidade pessoal baseada nos estados emocionais e nas memórias episódicas; e a autoconsciência que envolve o encaminhamento dos conteúdos da consciência primária para a semântica interpretativa, incluindo um senso de identidade e, em formas mais avançadas, a capacidade de construir explicitamente narrativas passadas e futuras (*self-consciousness*) (Birch et al., 2020).

(Rosenthal, 2008). Do contrário, se pensar que a cognição é um indicador da presença da consciência e ainda mais que a consciência teria alguma função no organismo e seria vantajosa a ele, então estes modelos serão não-dissociativos entre a cognição e a consciência, o acesso e a autoconsciência, ou quem sabe, tais modelos admitem uma dissociação singular, por exemplo, entre a atenção e a consciência (Dehaene & Changeux, 2004).

Desse modo, isso possibilita avaliar uma determinada espécie em cada dimensão para construir um perfil de consciência para essa espécie. Assim também, nessa estrutura, não há uma escala única, na qual, as espécies possam ser classificadas como mais ou menos conscientes, em vez disso, cada espécie tem seu próprio perfil de consciência distinto (Birch et al., 2020).

3.1.1. Referencial Humano

Usando humanos como referência, as propriedades funcionais, neurais e comportamentais podem ser empregadas como critérios empíricos informando a atribuição de estados conscientes aos animais não-humanos.

As propriedades funcionais referem aos processos cerebrais em rede de diferenciação e integração (Seth et al., 2005). A integração é uma propriedade compartilhada por toda a experiência consciente, independentemente de seu conteúdo específico, isto é, cada estado consciente compreende uma única "cena" que não pode ser decomposta em componentes independentes (Tononi & Edelman, 1998). Adicionalmente, a integração diz respeito à impossibilidade de experienciar uma cena decomposta ou manipular as informações incongruentes (no caso de rivalidade binocular) e as tarefas de memória espacial independentes (no caso do paradigma *Split-brain*) (Tononi & Edelman, 1998). No caso da diferenciação, se deve ressaltar que cada estado consciente diferenciado é também complexo, ou seja, o número de diferentes estados conscientes (os estados conscientes são distintos uns dos outros), que podem ser acessados em um curto período de tempo, é extremamente grande (Tononi & Edelman, 1998). Antes de um estado consciente ser possível, há uma seleção extremamente rápida entre um repertório de possíveis estados conscientes extremamente alto, em outras palavras, a diferenciação entre um repertório de possibilidades constitui a informação, no sentido específico de redução da incerteza (Tononi & Edelman, 1998).

Em resumo, no caso do referencial em seres humanos, cada cena consciente é integrada (ou seja, o todo do conjunto de informações de uma cena) e diferenciada (ou seja, composta de muitas informações diferentes que a tornam única) (Tononi & Edelman, 1998). Portanto, encontrar processos neurais que exibam a integração e a diferenciação simultâneas ajudaria a explicar, e não apenas a correlacionar, a propriedade fenomênica

correspondente (Tononi & Edelman, 1998). Tais processos neurais podem, portanto, ser considerados "correlatos explicativos da consciência" (Edelman, 2003). Sendo explicativos, a sua identificação em animais é mais sugestiva da presença de propriedades conscientes correspondentes do que a simples correlação neural (Edelman et al., 2011).

O Processamento Informacional Modular, em Rede e Global é fundamental para a integração e a diferenciação: O Processamento Unimodal refere aos locais encapsulados que são especializados no processamento das propriedades específicas da entrada sensorial, por exemplo, nas áreas visuais primárias e secundárias, que processam características específicas de uma cena visual; O Processamento em Rede é heteromodal, na qual, integram regionalmente a informação por um conjunto central de áreas altamente interconectadas formando redes (processando a informação de mais de uma entrada sensorial, de áreas posteriores para anteriores que processam as informações que vem do córtex auditivo primário, córtex somatossensorial primário e córtex visual primário, todos os quais processam modalidades sensoriais, rumo ao córtex associativo, por exemplo, a Zona Associativa Parieto-Temporal e por fim, ao córtex pré-frontal, este contendo uma alta densidade de grandes neurônios piramidais com axônios de longa distância); O Processamento Global, nessa arquitetura, diz respeito à informação relevante pode ser selecionada pelo foco atencional dentro de uma ou múltiplas variações, amplificada e transmitindo para todos os outros processadores, tornando-a consciente acessível e disponível para o relato verbal (Edelman et al., 1998; Baars & Franklin, 2003; Edelman & Changeux, 2003). Isso é pertinente, pois a informação processada conscientemente é possível se a atividade cerebral for distribuída constituindo grandes cartografias globais (Edelman, 1992; Edelman & Tononi, 2000).

O segundo critério é relativo às propriedades neuronais, a saber, a atividade cerebral irregular e de baixa amplitude, a alça (*loop*) tálamo-cortical e, por fim, o estado de consciência e a atividade cerebral distribuída (Seth et al., 2005; Edelman & Seth 2009; Edelman, 2009). Segundo o primeiro parâmetro, a assinatura EEG concerne à atividade elétrica irregular (dessincronizado), de baixa amplitude e rápida, variando de 12 a 70 Hz (ondas beta e gama). Para isso, o EEG consciente deve ser marcadamente diferente dos estados não-conscientes - como o sono profundo, a perda epiléptica da consciência e da anestesia geral, que são todas caracterizadas por voltagens regulares, de alta amplitude e lentas abaixo de 4 Hz (Steriade et al., 1993). As propriedades cerebrais das ondas típicas da vigília como a alta frequência, a baixa amplitude e a dessincronização incluem os

neurônios monoaminérgicos do tronco cerebral, hipotálamo, tálamo e as demais áreas subcorticais (Steriade Et Al., 1993). Essas regiões monoaminérgicas incluem neurônios noradrenérgicos do *locus coeruleus*, neurônios serotoninérgicos dos núcleos dorsal e mediano da rafe, neurônios dopaminérgicos da área tegmental ventral (VTA) e neurônios histaminérgicos do núcleo tuberomamilar. Esses resultados, por exemplo, são homólogos entre os roedores e os humanos (Siegel, 2008).

O córtex e o tálamo constituem um sistema elementar para a consciência (Crick & Koch, 2003) e parecem ser o parâmetro mais explorado no modelo metodológico sintético (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009). Segundo o modelo sintético, a consciência depende do complexo tálamo-cortical, ativado e desativado pela neuromodulação do tronco cerebral (Parvizi & Damasio, 2001). Nos humanos, os conteúdos conscientes específicos parecem depender do córtex, moldados por regiões subcorticais que não suportam experiências conscientes por si mesmas (Parvizi & Damasio, 2001).

Desse modo, uma teoria tálamo-cortical da consciência propõe que a experiência consciente é baseada nas interações entre os núcleos talâmicos e as áreas do córtex (Aru et al., 2019). O tálamo é o principal centro de retransmissão do cérebro, enviando todas as informações sensoriais além do olfato para o córtex cerebral, onde é processado posteriormente, e as radiações talamocorticais são fibras nervosas que conectam o tálamo ao córtex cerebral (George & Mdas, 2023). Os interneurônios tálamo-corticais recebem as informações sensoriais ou motoras do corpo e sinalizam aos núcleos talâmicos distintos para retransmitir as informações selecionadas por meio de neurônios retransmissores nas radiações tálamo-corticais para o córtex cerebral (George & Mdas, 2023). Especificamente, o tálamo faz parte do sistema retículo-talâmico que depende de vias tálamo-corticais como os núcleos de transmissão, associação e as vias não-específicas (NSP) (George & Mdas, 2023)[99].

[99] Sem entrar nos detalhes acerca dos núcleos talâmicos, se pode dizer apenas que o núcleo intralaminar (ILN) fornece um bom exemplo. O ILN, que não têm papel direto na transmissão de informações ao córtex, é capaz de modular a atividade cortical dado que tem papel importante na origem e na manutenção dos estados de vigília, conforme mostrado pelos experimentos da alternância de sono e vigília dependes do NSP: observou-se que os neurônios tálamo-corticais intralaminares aumentaram a sua taxa de disparo cerca de 10 segundos antes da dessincronização do EEG em transições naturais do sono de ondas lentas para a vigília se as NSP forem alvo de anestesias e, depois, estimuladas por DBS. Com efeito, a dessincronização do EEG ocorre com padrões de atividade típicos do cérebro acordado (Wagenbreth et al., 2019).

Por fim, ainda no que tange ao critério neuronal, o modelo metodológico sintético propõe a atividade cerebral distribuída consonante com os modelos cognitivistas (*Global Workspace Model* - GWM) (Baars, 1995) e os evolucionistas (*Neural Darwinism* – TNGS) (Edelman, 1992). Se pensar de acordo com o princípio da atividade cerebral distribuída, então os conteúdos conscientes estão associados à ativação cerebral generalizada relacionada à integração do conteúdo. Porém, apesar da estimulação não-consciente evocar apenas atividade cortical local, as cenas conscientes envolvem também amplos efeitos fora do foco dos conteúdos conscientes atuais, conforme indicado pelos paradigmas de aprendizagem implícita, memória episódica, treinamento de *biofeedback* da função autonômica e motora e similares (Dehaene et al., 2001). Segundo a GWM (BAARS, 1993) e a sua contrapartida neural (*Global Neuronal Workspace*- GNW) (Dehaene et al., 2001), a entrada sensorial consciente evoca a atividade cerebral que se espalha do córtex sensorial para as regiões parietal, pré-frontal e medial-temporal, enquanto, a entrada não-consciente estreitamente combinada ativa, principalmente, as áreas sensoriais localmente (Dehaene et al., 2001). Ademais, vale realçar que as tarefas que tendem a ser conscientes e relatáveis recrutam regiões amplas do córtex, mas à medida que se tornam rotineiras e automáticas, portanto, não-conscientes, essas tarefas tornam-se muito mais limitadas na representação cortical (Baars, 1993).

Complementarmente, a atividade distribuída, enquanto princípio explicativo, ajuda na abordagem do problema da ligação (*Binding Problem*) nas percepções sensoriais (Edelman, 1992). O problema da ligação da consciência é a ausência de um modelo explicativo completo de como os objetos, o pano de fundo e as características representacionais ou emocionais são combinados em uma única experiência (Edelman, 1992). Alternativamente, o modelo evolucionista da TNGS (Edelman, 1992; Edelman & Tononi, 2000) afirma que dois processos podem ajudar a explicar como a informação pode ser integrada para originar uma experiência unificada, a saber, o Núcleo Dinâmico e o Mecanismo de Reentrada (Edelman & Tononi, 2000). Acerca disso, a ideia é que o Núcleo Dinâmico, que é um *cluster* funcional composto por um grande aglomerado de grupos neuronais que juntos constituem um processo neural unificado de alta complexidade em uma escala de tempo de centenas de milissegundos, e a atividade neural reentrante, que são fibras densamente constituídas que possibilitam alto fluxo informacional entre as regiões cerebrais distantes de modo bidirecional, explicariam como ocorre a tanto a integração quanto os seus padrões de atividade em constante

mudança (Edelman & Tononi, 2000). Somente o sistema tálamo-cortical não bastaria, no entanto, esse processo que ocorre através de interações reentrantes fortes e rápidas, que ocorre no sistema tálamo-cortical, é que dá origem à experiência consciente (Edelman, 1992).

3.1.2. Referenciais em animais não-humanos

Nesta subseção, três casos de homologias entre animais humanos e não-humanos podem ser considerados individualmente para primatas (Logothetis & Schall, 1989), aves (Messenger, 1996), e cefalópodes, como o polvo (Young, 1995). Acerca do referencial em primatas, duas metodologias foram significativas.

3.1.2.1. Primatas

Primeiramente, a técnica de pesquisa mais conhecida nessa área é o teste do espelho (*mirror-mark test*) idealizada por Gordon G. Gallup (Gallup, 1970), no qual, a pele de um animal é marcada de alguma forma (geralmente, é usada alguma tinta) enquanto ele está dormindo ou sedado, e então é permitido ver o seu reflexo em um espelho: se o animal direciona espontaneamente o comportamento de limpeza para a marca, isso é considerado uma indicação de que ele está ciente de si mesmo. Desse modo, Gallup (Gallup, 1970) argumenta que o desempenho dos chimpanzés (*Pan troglodytes*) neste teste indica que eles são autoconscientes e que os animais que falham no teste carecem de autoconsciência e que a autoconsciência - no sentido de ser capaz de pensar sobre os próprios estados mentais - é necessária para ter uma mente e, portanto, os animais que "falharam" no teste do espelho não têm mente.

Uma crítica (Rochat & Zahavi, 2010) desafia a interpretação de Gallup (Gallup, 1970; Gallup & Anderson, 2020) no sentido do comportamento orientado ao espelho dos chimpanzés como indicando uma experiência humana de auto-reconhecimento do espelho e a alegação de que o auto-reconhecimento do espelho está implícito na consciência. Ademais, no máximo, isso seria uma *awareness* corporal, ou seja, no nível sensorial, recebe-se continuamente um fluxo de informações sobre o próprio corpo por meio de percepções externas e internas. Então, a consciência do corpo parece estar ligada ao *feeling* acerca do mesmo corpo que pertence ao proprietário e não que aquele corpo

pertence a ele enquanto sujeito proprietário daquele corpo (Sudderdorf & Collier-Baker, 2009).

Uma abordagem mais interessante na busca por homologias de correlatos neuronais da consciência perceptual entre os primatas não-humanos e os animais humanos surge dos protocolos de BR (Logothetis & Schall, 1989; Scheinberg & Logothetis, 1997). Na fase de treinamento, registros foram feitos de neurônios no córtex inferotemporal (área IT) quando os participantes (*rhesus*) eram treinados (sem rivalidade) para acionar uma alavanca à esquerda se ele visse um objeto do "grupo de objetos à esquerda" e uma alavanca à direita se ele visse um objeto do "grupo de objetos à direita". Para o experimento, o grupo de objetos à esquerda consistia em figuras de estrelas ou asteriscos, e os objetos do grupo à direita eram figuras faces de animais. Depois do treinamento, os participantes tinham que decidir se viam ou um grupo ou outro na condição de rivalidade. A partir de registros de linha de base, Logothetis e colegas (Logothetis & Schall, 1989) sabiam que aquela célula particular sob estudo respondia fortemente à apresentação de uma face de macaco (a qualquer olho) e mostrava pouca ou nenhuma resposta a um padrão em asterisco.

Na condição rivalidade, então, por exemplo, se uma face era apresentada ao olho direito e o asterisco ao esquerdo, o participante acionava alternadamente as alavancas da direita ou da esquerda, sugerindo que percebia alternadamente a face de macaco ou o asterisco. O resultado mais sugestivo no registro neural é que a resposta no neurônio IT flutuava entre as atividades baixa e alta em sincronia com a resposta comportamental do animal de acionar a alavanca da direita ou da esquerda. Desse modo, verificou-se que há uma correspondência entre as mudanças na atividade de neurônios IT e a percepção. A implicação é que a RB produz uma alternância na percepção consciente do participante para as imagens rivais, e uma atividade neural no IT pode ser um correlato neural dessa percepção consciente (Logothetis & Schall, 1989; Scheinberg & Logothetis, 1997). Em síntese, a atividade de IT era mais proeminente para faces que objetos e correspondente ao acionamento da alavanca direita.

3.1.2.2. Aves

O referencial em aves tem sido muito explorado em áreas da psicologia comparativa e etologia em muitas tarefas desde os estudos de uso e fabricação de ferramentas (Peppenberg & Lynn, 2000; Cabanac et al., 2009), que implicam não apenas em substratos elaborados de memória e aprendizado, mas também na capacidade de fazer discriminações sofisticadas e planejar os comportamentos antes de executá-los tais como os raciocínios inferenciais transitórios (Macphail, 1996). O canal vocal aviário (Peppenberg & Lynn, 2000) e a comunicação em animais não-humanos (Maler & Evans, 1996), talvez, seja o caminho mais promissor para investigar a consciência em aves, pois pode envolver o estudo de espécies capazes de aprendizado vocal, o que permite uma forma altamente flexível de relatório preciso (Seth et al., 2005). Nas aves, o aprendizado vocal permite o aprendizado e a produção de cantos sofisticados, a imitação de sons e, nos psitacídeos (papagaios), a produção, compreensão e nomeação de palavras. Os papagaios-cinzentos africanos (*African Gray Parrots*) eram capazes de nomear objetos, tendo adquirido vocabulários aproximadamente equivalentes aos de alguns chimpanzés treinados em linguagem (apesar de anos de treinamento e reforço) (Edelman & Seth, 2009). Em um paradigma de categorização de alteração de objetos, o sujeito não só podia perceber o objeto que mudou de uma imagem a outra, mas nomeá-lo (Peppemberg & Lynn, 2000).

As homologias entre as aves e os mamíferos em relação ao comportamento comunicativo e aprendizado de canto é bem atraente à reflexão: os mecanismos neuronais compartilhados (Farries, & Perkel, 2002) mostram homologias e diferenças. Grande parte da base neural para o aprendizado do canto em oscines (pássaros canoros) e psitacídeos (*zebra finch*) reside em uma via anterior do prosencéfalo envolvendo os gânglios da base, em particular, um núcleo estriatal chamado "Área x". As propriedades anatômicas e fisiológicas dos neurônios na Área X se assemelham muito às dos neurônios no corpo estriado dos mamíferos (Farries & Perkel, 2002)[100]. Mas, há uma diferença notável que é a presença de um quinto tipo de célula neural na Área X (além de células gabaérgicas, colinérgicas e outras), que não está no estriado dos mamíferos, mas que é semelhante às células encontradas no globo pálido dos mamíferos (Farries, & Perkel, 2002). Assim, a Área X é uma mistura de características do corpo estriado e do globo pálido homóloga à

[100] Em humanos, o corpo estriado é um *cluster* de núcleos envolvido em funções motoras e de recompensa e abarca núcleos como o caudado e accumbens, putâmen. Essa é a estação de entrada principal do sistema dos gânglios basais fazendo ligação com o córtex cerebral (Farries, & Perkel, 2002).

via estriato-pálido-talâmica dos gânglios da base dos mamíferos (Farries, & Perkel, 2002). Em resumo, juntos, esses achados sugerem fortemente que há homologias de circuitos funcionais comuns subjacentes à organização e sequenciamento de comportamentos motores relacionados à vocalização em pássaros e mamíferos capazes de aprender a falar (Farries & Perkel, 2002).

3.1.2.3. Cefalópodes

Pode ser difícil pensar que um organismo com um cérebro (ou mais de um) tão diferente dos mamíferos possa ter "mente" e possuir comportamento complexo. Para Jennifer Mather (Mather, 2019), as ações dos polvos podem ser de domínio geral, com estratégias flexíveis de resolução de problemas, permitindo-lhes sobreviver "por sua inteligência" em um ambiente desafiador e variável. Além de possuírem cérebros grandes, os moluscos cefalópodes têm um comportamento extremamente flexível e capacidades de atenção e memória altamente desenvolvidas que podem sugerir estados conscientes (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009).

Quanto ao comportamento sofisticado, o desempenho de alguns cefalópodes (particularmente, *Octopus vulgaris*) em vários paradigmas de aprendizado e memória (por exemplo, flexibilidade, persistência de traços de memória, aprendizado contextual) é elevado e comparável em sofisticação ao de alguns vertebrados (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009). Os polvos podem fazer discriminações entre os diferentes objetos com base no tamanho, forma e intensidade, classificando os objetos de formas diferentes da mesma maneira que os vertebrados, desde os peixes dourados até os ratos (Mather, 2019).

Segundo Messenger (Messenger, 1996), com relação às propriedades neurofarmacológicas e fisiológicas com respeito aos tipos de neurotransmissores, o sistema nervoso dos cefalópodes contém muitos dos principais neurotransmissores encontrados no cérebro dos mamíferos. Em particular, a presença de subtipos de receptores de dopamina (DA), noradrenalina (NA) e serotonina (5-HT) que se assemelham aos encontrados em vertebrados pode refletir a presença de circuitos semelhantes às vias excitatórias e inibitórias dos vertebrados (Messenger,1996).

De acordo com Young (Young, 1995), quanto à neurodinâmica, o exame das fatias verticais do lóbulo do polvo identificou potencialização de longo prazo (LTP) de potenciais de campo sináptico glutamatérgico semelhantes aos encontrados em vertebrados. Mais diretamente relacionados à possíveis estados conscientes, os estudos eletrofisiológicos identificaram padrões de EEG, incluindo os potenciais relacionados à eventos, que se assemelham aos de vertebrados acordados e, ao mesmo tempo, são distintos daqueles registrados em outros invertebrados (Young, 1995). A identificação de padrões EEG de cefalópodes que refletem a atividade irregular rápida de baixa amplitude, semelhante à observada durante os estados conscientes humanos, exigirá a determinação de locais de registro adequados, detalhadamente, os lobos óptico, vertical e superior do cérebro do polvo, todos essenciais para o aprendizado e a memória. Assim, tais estruturas são candidatos relevantes (Seth et al., 2005; Edelman & Seth, 2009).

Um aspecto-chave são as homologias funcionais. Há estruturas funcionais homólogas em relação às células neurosecretoras em diferentes lobos e o hipotálamo em vertebrados. Nos cefalópodes, as células neurossecretoras são encontradas principalmente nos lobos bucais e subpedunculados, bem como em algumas regiões dos lobos basais dorsais, estruturas que pertencem a todas a massa supraesofágica (Young, 1977; Young, 1991). Outra homologia funcional concerne aos centros sensoriais superiores no *O. Vulgaris* e o tálamo em vertebrados. Os lobos dorsais basais e subverticais dos cefalópodes são considerados candidatos a análogos do tálamo dos vertebrados, pois ambos recebem numerosas fibras de entrada de todo o corpo por meio de vias diretas e indiretas da massa subesofágica, produzidos assim juntos como um centro de retransmissão para os lobos frontais e verticais mais externos (isto é, oferecido corticamente) (Young, 1972). Vale destacar também uma relação de homologia funcional entre os centros motores superiores nos cefalópodes e os gânglios basais em vertebrados. As regiões como massa supraesofágica exibem organização e função análoga. Tais centros motores superiores geram estímulos sensoriais e produzem respostas que, passando pelas partes “inferiores” do sistema nervoso central, são capazes de regular a postura, a orientação, a respiração, o controle autonômico das vísceras e a formação de hábitos (Shigeno Et Al., 2018).

Complementarmente importante, é a relação de homologia funcional entre os centros de associação (por exemplo, *S. officinalis* e *O. vulgaris*) e o Pallium/Córtex em mamíferos: Em alguns cefalópodes (conforme acima), as evidências experimentais para

o sono, a tomada de decisão, a aprendizagem de discriminação e a lateralização estrutural e comportamental sugerem um conjunto altamente modificado de faculdades cognitivas. Não é de todo inconcebível que um repertório cognitivo tão rico exija um substrato neural semelhante ao córtex dos mamíferos. Conforme revisado (Shigeno et al., 2018), uma extensa série de experiências baseadas na ablação de diferentes áreas cerebrais, seguidas de ensaios comportamentais, revelaram que os sistemas dos lobos frontal e vertical (principalmente no polvo, mas também no choco) estão envolvidos no processamento da memória táctil e visual. Essas estruturas contêm grandes proporções de pequenos interneurônios distribuídos (células amácrinas), fibras paralelas e circuitos reverberantes em diferentes lobos.

3.1.3. Estudos sobre a Percepção

A riqueza de percepção (riqueza-p) é uma categoria que engloba as diversas modalidades da percepção, como visão e tato (Birch et al., 2020). Ao que parece, os animais não-humanos têm diferentes níveis de riqueza de discriminação de detalhes, por isso, qualquer medida de p-riqueza é específica para uma modalidade de sentido. Desse modo, não se deve referir ao nível geral de p-riqueza de uma espécie, pois as espécies podem ter uma capacidade discriminatória elevada em uma modalidade, mas experiências menores em outras: por exemplo, os elefantes parecem possuir alta riqueza discriminatória em experiências olfativas, mas inferior em percepção visual se comparado à humanos (Plotnik et al., 2013; Von Dürckheim, 2018).

Uma questão que salta aos olhos é indagar como medir o desempenho de uma espécie dentro de uma modalidade? A resposta da abordagem multidimensional segue a direção de uma ideia que considere cada modalidade de acordo com os componentes que mediriam o desempenho de cada espécie (Birch et al., 2020). Assim, a experiência visual poderia ter: a) o que é designado como "*bandwidth*", referente à quantidade de conteúdo visual experienciado em um dado tempo; b) a acuidade que refere ao número das diferenças perceptíveis aos quais só o animal é sensível; c) um poder de categorização que é referente à capacidade do animal não-humano classificar as propriedades perceptivas dentro de categorias de alto nível. Considerando que uma espécie possa ter baixo desempenho das capacidades perceptivas quanto ao conteúdo, mas que possa ter alta acuidade, desse modo, então se poderia usar algumas dimensões de granulação mais

fina (*finer-grained dimensions*), ou seja, uma descrição mais refinada que se refere aos componentes menores dos quais os maiores são compostos, por exemplo, uma sensibilidade maior para o toque para os moluscos e a visão para as aves (Birch et al., 2020).

Não obstante, cabe fazer uma sondagem pelo marcador da consciência em pesquisas que a associam com a percepção, pois alguém poderia interpelar pela relação entre p-riqueza e consciência. A pesquisa com pacientes cegos (*blindsight*) é insinuante de algumas ponderações mesmo com a ausência de reportabilidade (Birch et al., 2020): uma situação que interessa é que ambos, pacientes e primatas, com dano em parte do campo visual (com lesão no córtex estriado) são hábeis para usar a informação daquele campo sobre os objetos para guiar a ação (eles podem detectar, localizar e distinguir) entre os estímulos do hemicampo intacto e lesionado, contudo eles reportam cegueira, e a literatura (Cowey & Stoerig, 1995), na ausência de reportabilidade, afirma que os pacientes são não-conscientes da parte o campo visual lesionado[101]. No entanto, como avaliar a questão na ausência da reportabilidade? O que poderia fornecer evidências que eles estão mais conscientes que não-conscientes?

Uma alternativa seria averiguar, através de uma rota neurobiológica, na qual, os participantes primatas (treinados) e humanos reportam a ausência na área do campo visual afetado, mas conseguem usar a informação para guiar a ação (Cowey, 2010). Então, em não-humanos que não sofreram lesão, o objeto seria percebido conscientemente. Uma alternativa seria por meio de uma rota de investigação cognitiva que envolve a aplicação de tarefas cognitivas da percepção em animais humanos e em não-humanos quando um estímulo é ligado à percepção consciente, por exemplo, no caso do condicionamento por rastreamento, na qual, dois estímulos, um não-condicionado e outro condicionado (um ruído seguido de um sopro no olho), são separados por um intervalo de tempo. Neste caso, a associação através da relação temporal seria feita conscientemente (Clark & Squire, 1998).

3.1.4. Estudos Comparativos em Raciocínio Avaliativo

[101] Cowey e Stoerig (Cowey & Stoerig, 1995) usam uma técnica em que relacionam a imagem branca com a ausência de descrição/reportabilidade da imagem do homicampo destruído.

As pesquisas que avaliam a riqueza em processos avaliativos (riqueza-e) dizem respeito à dimensão de variação em emoções básicas que se tornaram conscientes (as emoções primárias que são compartilhadas por uma grande variedade de espécies como dor, medo e outras) que são consideradas experiências afetivas com valências distintas (Carruthers, 2018). Os graus de valência são importantes e se aplicam sobre as respostas afetivas (tomadas de decisão) consideradas boas (positiva) ou más (negativa) e, por isso, elas possibilitam uma avaliação que é usada na tomada de decisão (Birch et al., 2020).

Considerando que todos os táxons têm populações de indivíduos com algum sistema avaliativo, isso pode variar entre si em grau e sofisticação, por exemplo, alguns animais podem responder com pequenas mudanças no corpo-ambiente e outros com grandes, desse modo, a estratégia metodológica da abordagem multidimensional é conceituar os sistemas de riqueza avaliativa para as decisões baseadas em afetos, dependentes de uma variedade de inputs ao mesmo tempo, possuindo dois critérios: a) capacidade avaliativa ("*evaluative bandwidth*") tomando em conta a quantidade de inputs num dado momento; b) e uma sensibilidade afinada às pequenas mudanças e as diferenças de *inputs*, nomeada de "acuidade avaliativa" (Birch et al., 2020).

Dois experimentos podem ser proveitosos para esta dimensão: 1) paradigmas de compensações motivacionais (*Motivational Tradeoff Paradigm*) (Balasko & Cabanac, 1998); 2) e de prevenção de conflitos (Bravo-Rivera et al., 2021). -No experimento (Balasko & Cabanac, 1998), participantes ratos (*Rattus norvegicus domestica*), após treino, tinham a oportunidade de acessar uma solução de açúcar entrando em uma câmara fria. Os conflitos motivacionais ocorriam quando os ratos compensaram o teor de açúcar da solução pela temperatura da câmara. Tudo o mais sendo igual, os participantes estavam dispostos a suportar as temperaturas mais frias para obter as recompensas mais doces (Balasko & Cabanac, 1998). Essa é a aplicação de uma estratégia avaliativa quando o valor do açúcar é sutilmente ponderado contra o desvalor do frio. Mas isso significa ser uma avaliação consciente? A resposta é que poderia ser se considerar cenários de o *trade-off* que seja *crossmodal*, no sentido de que, não se trata de um animal avaliando as opções usando as informações de um único sentido, mas um animal pesando o sabor de um líquido contra a temperatura do ambiente e isso requer a integração e unidade *crossmodal* da informação, que muitas vezes tem sido ligada à consciência, embora possa não ser estritamente (Mudrik et al., 2014).

No segundo experimento (Bravo-Rivera et al., 2021), o paradigma mencionado é o treinamento de abordagem e prevenção de conflitos (*approach-avoidance conflict-resolution strategies*). Os participantes ratos (*Rattus norvegicus domestica*) receberam 10 dias de condicionamento de esquiva, na qual, eles ouviam um tom e recebiam um leve choque, seguidos de 3 dias de condicionamento de recompensa, na qual, eles associavam a presença da luz e a pressão na alavanca e 16 dias de treinamento de conflito que envolviam ambas as contingências (Bravo-Rivera et al., 2021).

À medida que os ratos aprenderam o condicionamento de esquiva, eles aumentaram o tempo gasto na plataforma, reduzindo a pressão durante o tom (em relação à linha de base estabelecida durante o primeiro tom). A pressão durante o intervalo intertentativas (ITI) (ITI = 1 min antes de cada tentativa) retornou à linha de base do pré-condicionamento (BL) ao final do condicionamento de esquiva. Durante o condicionamento de recompensa, os participantes diminuíram a sua pressão durante o ITI e aumentaram sua pressão durante a luz. Quando o tom-luz foi co-apresentado no treinamento de conflito, os ratos reduziram gradativamente o tempo gasto na plataforma e aumentaram gradativamente o pressionamento da alavanca para receber a recompensa (Bravo-Rivera et al., 2021). Complementarmente, aqueles participantes que optaram por pressionar no início do tom e se esquivar depois, exibiram atividade aumentada no estriado ventral e tálamo da linha média em relação aos outros dois subgrupos, os ratos que preferiram se esquivar mostraram atividade aumentada na amígdala, e os ratos que preferiram se aproximar mostraram atividade diminuída no córtex pré-frontal. Este padrão é consistente com baixo medo e alta flexibilidade comportamental dos primeiros (chamados "*Timers*"), sugerindo o potencial desta tarefa para revelar os mecanismos neurais de resolução de conflitos (Bravo-Rivera et.al., 2021).

3.1.5. Tarefas sobre Unidade de Consciência e Integração no Tempo

Um conceito fundamental em estudos da consciência é que a integração da experiência consciente deve ser unificada, pois os animais humanos saudáveis têm uma perspectiva singular sobre o mundo e tudo aquilo que o indivíduo está consciente é parte desta perspectiva (Tononi & Edelman, 1998; Birch et al., 2020). Não obstante, no caso da Síndrome de *Split-Brain* (Volz & Gazzaniga, 2017), os indivíduos que têm o corpo-caloso seccionado possuem o comportamento não-unificado quando os diferentes

estímulos são apresentados para as duas metades do campo visual. Devido à lateralização, quando são solicitados a descreverem uma imagem, eles só conseguem reter aquilo que está no seu campo visual direito, no entanto, se solicitados a desenhar com a mão esquerda o que eles veem, eles desenharão o que é visível no lado esquerdo do campo visual. Isso ocorre porque a mão esquerda é predominantemente controlada pelo hemisfério direito, que só tem acesso à informação visual do lado esquerdo (Volz & Gazzaniga, 2017). Assim, essa "des-unificação" de comportamento leva à um debate sobre se a própria experiência também é desunificada.

Os estudos em consciência animal poderiam ajudar a entender a questão: em relação aos pássaros, é reconhecido que eles não têm uma estrutura semelhante ao corpo caloso conectando os dois hemisférios do pálio dorsal, que é homólogo ao córtex em mamíferos (Ortega et al., 2008). Em relação aos cefalópodes, como os polvos, um debate semelhante surge com relação aos gânglios cerebrais e ao plexo braquial (um anel nervoso ao redor do topo dos braços) do polvo, apesar dessas estruturas serem conectadas, elas têm algum grau de autonomia funcional entre si (Mather, 2019). Uma questão que emerge a partir dessa consideração (Mather, 2019), seria se o polvo teria mais de uma perspectiva sobre o mundo ou se ocorreria a integração sensório-motora (Kuuspalu et al., 2022).

Uma ideia de significante ajuda poderia ser o caso dos pombos. Para os pombos (*Columbia livia*), a transferência interocular ocorre numa região chamada de "*red field*", um campo frontal inferior binocular da retina, mas não ocorre na "*yellow field*", que cobre a região lateral e é monocular (Ortega et al., 2008). A primeira região se projeta para o sistema tecto-fugal e o segundo para o sistema tálamo-fugal, mas só a primeira região processa a informação visual procedente da retina inteira, ao passo que, a segunda só processa a informação do campo visual lateral e é intraocular. Curiosamente, as áreas possuem homologias em mamíferos, no primeiro caso, o sistema extra-geniculo-cortical, e no segundo, o sistema geniculo-cortical (Ortega et al., 2008). Para o modelo multidimensional, o interessante é que a busca por homologias pode só ser atingida se os critérios incluírem outros referenciais, além do humano, e critérios que abarquem as especificidades de cada espécie.

O estado atual consiste em criar modelos para as comparações. Assim sendo, as comparações deste tipo podem ser feitas ao longo de critérios com base em propriedades da consciência humana ou de dimensões que se baseiam em especificidades da espécie,

permitindo construir as escalas ou perfis de consciência que dizem onde uma espécie tem maior probabilidade de se encaixar em grau ou no espaço de possíveis formas de experiência, dadas as evidências que se tem atualmente (Birch et al., 2020). Desse modo, para as aves, há a necessidade de mais experimentos que investiguem a integração dos dois hemicampos visuais e a questão relacionada de saber se a informação apresentada a um hemisfério é acessível para a orientação de ações controladas pelo outro (Ortega et al., 2008), e para os cefalópodes, há uma questão adicional sobre até que ponto a informação apresentada aos braços é acessível ao cérebro, ou vice-versa (Mather, 2019; Kuuspalu et al., 2022).

3.1.6. Tarefas sobre a Integração através do tempo

Em estudos da consciência é aceito que a experiência humana normal é altamente integrada ao longo do tempo. A experiência do mundo assume a forma de um fluxo contínuo, um momento fluindo para o próximo (Van Gullick, 2000). Nesta perspectiva, dois outros conceitos de consciência são fundamentais para abordar esta questão: a temporalidade e o fluxo de consciência.

A temporalidade pode ser observada, por exemplo, se supor que os animais humanos experienciam as folhas de uma árvore balançando ao vento por meio de uma continuidade no tempo e não inferem o movimento de uma série de momentos instantâneos e estáticos, suplementarmente, a experiência humana também pode ser integrada temporalmente em escalas de tempo mais longas, pois se pode recordar as experiências passadas e simular as experiências futuras, em uma forma de "viagem mental no tempo" (Damasio, 2010). O fluxo da consciência é complementar a temporalidade, pois a experiência humana normal é altamente integrada ao longo do tempo. Isso quer dizer que a experiência do mundo assume a forma de um fluxo contínuo, um momento fluindo para o próximo (Van Gullick, 2000).

Cefalópodes como o *cuttlefish* (*Sepia apama e officinalis*), por exemplo, são capazes de integrar as suas experiências ao longo do tempo para guiar o seu comportamento (Jozet-Alves et al., 2013). Eles se lembram do "o que", "onde" e "quando" os eventos passados (memória do tipo episódica) ocorreram, pois eles procuram por presas dependendo do que comeram anteriormente, onde encontraram a sua refeição

anterior e quanto tempo se passou desde aquela refeição (Jozet-Alves et al., 2013). Desse modo, eles ajustam o comportamento de forageamento se, em uma ocasião anterior, eles viram ou cheiraram a presa (Billard et al., 2020a). Adicionalmente, eles também podem usar as “expectativas” de um futuro próximo para modificar o comportamento se eles esperam que uma presa estará disponível mais tarde, então parece que eles ajustam o que comer no presente, por exemplo, se eles avaliam que o camarão vai estar presente mais tarde, eles podem comer menos caranguejo no agora (Billard et al., 2020b).

Em animais humanos, o fluxo da consciência pode ser estudado pelo paradigma "*Colour Phi Illusion*", ou, “a ilusão da cor Phi” (Dennett, 1992). O fenômeno da cor-phi se expressa pela procura de mecanismos que editem a entrada sensorial para produzir um fluxo coerente e contínuo a partir de estímulos descontínuos (Dennett, 1992). No experimento, dois pontos separados espacialmente e de cores diferentes piscando em sequência de rápida sucessão são percebidos pelos observadores como um único ponto em movimento que muda de cor na metade do intervalo (Dennett, 1992). Os observadores experimentam apenas um disco se movendo do primeiro para o segundo local, mudando de cor abruptamente no meio do caminho ilusório (Dennett, 1992). Isso acontece, porque o cérebro está construindo uma descrição coerente de como o estímulo está mudando e não está confundindo os dois pontos (Lamme et al., 1998). Se o fenômeno da cor-phi pudesse ser observado em animais não-humanos, isso seria evidência de que eles também têm os mecanismos que transformam uma série de estímulos discretos em uma experiência coerente de mudança, embora, parte da evidência em humanos venha de relatos verbais (Birch et al., 2020). Mas com treinamento, os animais poderiam sinalizar quando percebem estímulos contínuos a partir dos descontínuos (Birch et al., 2020). Então, se poderia apresentá-los um estímulo de teste de cor-phi, reduzindo gradualmente o intervalo interestímulo (Birch et al., 2020).

No caso do fenômeno da cor-phi, haveria um limiar no qual o animal mudasse de categorizar o estímulo como discreto para categorizá-lo como contínuo? E o animal categorizaria o estímulo como aquele que muda de cor no meio do caminho? Para saber disso, há alguns potenciais alvos para a investigação de integração de informação em escalas temporais longas que poderiam ser os grandes primatas, os corvos e os cetáceos (por exemplo, como as baleais e os golfinhos), pois isso requer uma cognição mais sofisticada (Lea & Dittrich, 2000).

Uma estratégia interessante seria partir das evidências trazidas pelas aves, especialmente, os corvos (*Corvus corax*) (Jelbert & Clayton, 2017). A ideia é que corvos podem fazer viagens temporais quando eles planejam com antecedência quando são oferecidas ferramentas ou fichas que eles precisarão mais tarde para uma tarefa que nunca teriam encontrado na natureza (Kabadayi & Osvath, 2017). Há evidências de que alguns corvídeos podem planejar espontaneamente, e tais comportamentos orientados para o futuro não podem ser explicados apenas por meio do aprendizado por reforço (Kabadayi & Osvath, 2017).

No entanto, há críticas (Redshaw et al., 2017) que o planejamento seja espontâneo, portanto, considerado como um indicador não-verbal promissor de integração temporal consciente. Apesar disso, algumas questões em estudos comparativos estão em aberto, por exemplo, em humanos, um episódio simulado (por exemplo, atravessar uma sala) se desenvolve no mesmo período de tempo que uma experiência perceptiva do mesmo episódio (Carruthers, 2013) e em animais não-humanos, como os cefalópodes (*Sepia officinalis*), que podem se recordar dos conteúdos e das fontes da percepção (Billard et al., 2020b), isso aconteceria da mesma forma? Se fosse encontrado as evidências de que o ensaio mental de ações futuras em animais não-humanos se desenrola no mesmo período de tempo que as próprias ações, seria isso uma evidência de algo surpreendentemente próximo da viagem mental humana no tempo?

3.1.7. Pesquisas sobre Autoconsciência

Na literatura em estudos da consciência, a autoconsciência é a percepção consciente de si mesmo como distinto do mundo exterior (Carruthers, 2000). Os organismos conscientes são como aqueles que não apenas estão conscientes, mas também conscientes de que estão conscientes, tratando assim a consciência do organismo como uma forma de autoconsciência (Carruthers, 2000). Como todas as outras dimensões, esta é uma capacidade que pode admitir gradações (Merker, 2005): uma ampla variedade de animais poderia ter um grau básico de autoconsciência, no sentido de uma distinção entre, de um lado, o si mesmo e o registro de experiências que representam as mudanças no corpo, de outro lado, o registro de experiências sobre o ambiente. Desse modo, qualquer animal complexo e ativamente móvel precisa de uma maneira de separar as mudanças em sua entrada sensorial, que são devidas aos seus próprios movimentos, das mudanças

devido a eventos no mundo (Carruthers, 2009). Diferentemente, um grau mais sofisticado de autoconsciência envolve a consciência do próprio corpo como um objeto persistente que existe no mundo (Boyle, 2018).

Dois experimentos podem ser significativos acerca da autoconsciência. Primeiro, um paradigma usado é o teste de marca de espelho (*mirror-mark test*) (Gallup, 1970; Gallup & Anderson, 2020) já debatido no referencial primata. Neste experimento, o sujeito do teste é capaz de reconhecer uma marca vista em um espelho como uma marca em seu próprio corpo. O teste foi aplicado à Chimpanzees (*Pan troglodytes*), bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), Asian elephants (*Elephas maximus*), e *magpies* europeus (*Pica pica*) que têm passado no teste, contudo, mais recentemente (Kohda et al., 2019) relataram que um peixe, o bodião-limpador ou "*cleaner wrasse*" (*Labroides dimidiatus*), também pode passar no teste. Os peixes capazes de ver uma marca colorida em sua garganta no espelho eram muito mais propensos a exibir um comportamento de raspar a garganta nos sedimentos, na base do aquário, que os peixes que tinham marcas transparentes ou sem acesso à um espelho. Esses resultados são controversos (Gallup & Anderson, 2020), pois isso fica aquém de um grau ainda mais sofisticado de autoconsciência, que envolve a consciência de si mesmo como o sujeito persistente de um fluxo de experiências, distinto de outros sujeitos semelhantes (Gallup & Anderson, 2020), mas sugerem que o grau de autoconsciência necessário para passar no teste da marca no espelho é possuído por uma ampla gama de animais.

O segundo experimento (Kano et al., 2019) parece ser mais interessante sendo uma abordagem que inquere sobre a leitura de mente e a metacognição em primatas. Deverás, um animal não-humano pode prever como os outros provavelmente se comportarão em um cenário com base em uma experiência passada específica que teve no mesmo cenário? Para que animais não-humanos tenham esta habilidade, eles dependeriam de possuírem a capacidade de projetar as suas próprias experiências em outros indivíduos, isto é, poder fazer as inferências daquilo que eles experienciaram em uma situação particular para o que os outros irão experienciar na mesma situação (Kano et al., 2019). Tal hipótese tem sido mais frequentemente referida aos grandes primatas (*Pan paniscus*) e orangotangos (*Pongo genus*) em experimento (Kano Et Al., 2019). Neste modelo, os participantes foram divididos em dois grupos entre aqueles que tiveram experiências visuais de objetos sendo movidos atrás de barreiras transparentes e aqueles

que tiveram experiências visuais de objetos movidos por meio de barreias opacas (Kano et al., 2019).

O mais notável é que apenas os macacos que experimentaram uma barreira como opaca foram capazes de inferir que outros participantes não veriam os objetos do outro lado dela: os macacos, que experimentaram a barreira como opaca, não atribuíram acesso visual ao outro sujeito (um ator que participava da simulação) e conferiram a ele uma crença falsa de que o objeto permaneceu no local-alvo, na qual, o ator viu-o pela última vez e que ele ainda acreditava permanecer lá (Kano et al., 2019). Tais indivíduos puderam inferir que o ator não viu o objeto sendo movido atrás da barreira opaca, pois eles tiveram a mesma experiência na fase de condicionamento. Isso foi relatado por rastreadores de retina que detectaram o olhar em antecipação à busca do ator que deveria ser direcionado para a caixa-alvo (Kano et al., 2019). Por outro lado, se aqueles que experimentaram a barreira como transparente atribuíssem uma crença verdadeira ao ator (de que o objeto havia sido removido) por meio de acesso visual, seu olhar deveria ser casual, consistente com nenhuma previsão (Kano et al., 2019).

3.2. Síntese

As abordagens sobre a consciência animal requerem quadros teóricos claros e evidências experimentais relevantes. Dentro deste quadro apresentado nesta seção e na anterior, se mostrou que as aves exibem capacidades cognitivas e comportamentais ricas, consistentes com algum grau de consciência, incluindo memória de trabalho, aprendizagem social, planeamento e possivelmente até *awareness* durante a resolução de problemas. Essas capacidades foram complementadas por homologias anatômicas e semelhanças funcionais com os mamíferos mostrando que, há algumas proximidades entre sistemas, como o tálamo-corticais associados à consciência. O caso dos moluscos cefalópodes é muito menos claro. No entanto, há evidências abundantes de faculdades sofisticadas de aprendizagem e memória e comportamentos ricos, bem como indicações iniciais de estudos de neurofisiologia dos cefalópodes, sugerem pelo menos a possibilidade de estados de consciência. O caso de primatas revelou muitas homologias compartilhadas com os animais humanos e há considerável probabilidade que possuam algo tipo de consciência intermediária. Duas observações finais devem ser dadas: (1) se estipulou que possa haver perfis distintos de consciência, na qual, uma espécie possui boa

capacidade de unificação da experiência, mas baixo nível de flexibilidade cognitiva e repertórios comportamentais em contextos decisórios; (2) se presumiu também que os níveis de consciência mais altos (*higher-order consciousness*) possam existir somente em animais humanos.

Seção 4

O Papel da Linguagem na Evolução da Consciência de Alta-ordem

Nesta seção, o enfoque é considerar a relação entre as formas de consciência de alta-ordem e a linguagem, pois este é um tópico de consciência caro à hipótese de trabalho. Segundo a hipótese de trabalho, *a consciência, ou as suas formas primitivas e intermediárias não dependem da linguagem, mas esta última depende da consciência.* Além disso, especificadamente, é o mecanismo consciente noético verbal que possibilita as representações simbólicas coordenando a atividade da memória de trabalho e do sistema cognitivo-computacional. Este é o primeiro passo da co-evolução da consciência e da linguagem, no entanto, o *segundo passo é marcado pela evolução das formas mais sofisticadas da consciência, como aquelas associadas aos estados de alta-ordem, e a linguagem*. O argumento é que *a linguagem enriqueceu essas formas de consciência de alta-ordem*. Para isso, para dar conta de um segundo momento da hipótese de trabalho, alguns EMs podem servir de apoio teórico conceitual e experimental como a Teoria da Seleção dos Grupos Neuronais - TNGS (Edelman, 1992), a Hipótese do Marcador Somático - SMH (Damasio, 1998; Damasio, 2010; Damasio, 2018) e a Hipótese da Alta-Ordem da Consciência Emocional - HOTEC (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019). Desse modo, os tipos preliminares de consciência antecipam a evolução da linguagem, *mas uma vez que estas duas faculdades co-evoluem, elas se influenciam mutuamente e, assim, a linguagem co-evoluiu com a consciência aprimorando-a*[102].

[102] É importante notar que, isso não quer dizer que a linguagem é a causa das formas de consciência de alta-ordem, mas que elas co-evoluíram e que a linguagem complexificou as formas de consciência de alta-ordem. Isso quer dizer que, em escala evolucionária, formas avançadas de consciência, como as de alta-ordem, poderiam existir antes da linguagem. Isso implica assumir que, animais não-humanos, até poderiam participar filogeneticamente de algum grau ou perfil de consciência de alta-ordem, todavia, não aquelas formas de consciência de alta-ordem aprimoradas simbolicamente. Assim, o argumento aqui desenvolvido só rejeita as formas de consciência de alta-ordem simbólicas como compartilhadas entre animais humanos

Fica claro até aqui que a noção de dependência do mecanismo consciente em relação à linguagem é criticada, pois é argumentado que a consciência é prévia a linguagem, assim como é a cognição. No entanto, facilmente se depara com uma objeção ainda maior. Para a hipótese de trabalho, a razão da codificação da linguagem é a tradução de um conjunto de representações não-verbais, isto é, um "conceito", em representações linguísticas, por exemplo, através de representações compostas por palavras, sinais e sentenças. Se a linguagem fosse a fonte primária da consciência, então as representações simbólicas não seriam possíveis, pois, além de não haver um mecanismo que articula a tradução, seria impossível gerar uma HORs simbólica sobre os estados circunscritos e discretos do organismo representados implicitamente como uma FORs (Brown et al., 2019). Por isso, a consciência, a cognição, as representações de alta-ordem e primeira-ordem, devem ser prévios à linguagem. Consonante disso, as representações de um estado interno do organismo como "eu sinto dor" são, primeiro, enquanto traduções de conceitos não-verbais que são representativos de entidades e eventos não-verbais (Damasio, 2010; Ledoux & Brown, 2017). A WM e o Sistema Cognitivo-Computacional traduzem essas representações não-verbais em termos de linguagem verbal. Essas entidades não-verbais são referentes aos estados acerca do organismo e um ato não-verbal de "perceber de uma certa maneira" (Damasio, 1998; Baddeley, 1986; Baars & Franklin, 2003; Bolhuis et al., 2014). Desse modo, esse movimento que passa da representação dos estados internos do organismo em representações extrínsecas e simbólicas é realizado pela interação entre três elementos, a WM, o sistema cognitivo-computacional e o mecanismo consciente noético verbal que coordena a tradução. Portanto, a linguagem depende de formas intermediárias de consciência e, em retorno, influencia as formas de consciência de alta-ordem.

Os estados de alta-ordem de consciência (Carruters, 2000) são uma possibilidade de exprimir os estados internos de um organismo de modo mais complexo, isso quer dizer, de modo mais integrado, conciso e específico se codificados simbolicamente (Berwick & Chomsky, 2015) para serem transmitidos para os outros organismos que possuem a

e não-humanos, mas que não implica que animais não-humanos não poderiam possuir formas de consciência de alta-ordem não-simbólicas, ao menos, em um certo grau ou perfil. Por fim, vale destacar que, em termos de era evolutiva, as formas não-simbólicas de consciência de alta-ordem, por exemplo, o tipo disposicional, poderia ter evoluído mais cedo que as formas simbólicas. Isso poderia incluir, por exemplo, O Pleistoceno Médio (dito Calabriano, por volta de 1 milhão e 806 mil até 781 mil anos atrás). Não obstante, a co-evolução consciência de alta-ordem e linguagem deve referir ao Pleistoceno Tardio (que engloba parte dos estágios Chibaniano, entre 781 mil e 126 mil anos atrás, e todo o Tarentiano, que vai de 126 mil anos atrás até 11 mil anos atrás).

mesma organização. Possuir a mesma organização é ter a mesma arquitetura cognitiva, o mesmo sistema simbólico e o mesmo mecanismo consciente para decodificar tais estados conscientes mais ampliados (Damasio, 2010) ou estado da consciência de alta-ordem (Edelman, 1992) ou autonoéticos (Brown et al., 2019) que escrutina uma versão maior que os estados discretos não-conscientes. Os estados internos retratam o estado atual do organismo (Damasio, 1994; Prinz, 2004), mas também o seu passado e seu futuro esperado (Ledoux & Brown, 2017). Na visão da SMH, eles dependem da construção gradual de um "*self* autobiográfico", um conjunto de memórias do passado único do indivíduo e das experiências esperadas (Damasio, 2010). Na visão da HOTEC, inclui um esquema do *self* dentro das memórias autobiográficas (Ledoux & Brown, 2017). Ambas as formas de alta-ordem, o conjunto das memórias autobiográficas e o esquema de *self* dependem da WM nos dois modelos, no entanto, a linguagem propicia um auxílio complementar ao possibilitar as categorizações que enriquecem os estados conscientes (Damasio, 1998).

Desse modo, segundo os EMs (Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019), quando as formas mais básicas de consciência tiveram origem, centenas de milhões de anos e muitas espécies atrás - muitos modelos evolucionários marcam um intervalo de tempo de aproximadamente 538,8 atrás, no período Cambriano do início da Era Paleozóica, quando houve uma súbita radiação de vida complexa e muitos dos filos animais principais começaram a aparecer, segundo registro fóssil -, tais formas ainda estavam muito longe da sofisticação atual da consciência em humanos. Especificamente, na disponibilidade com que se pode descrever, usando a linguagem, as representações complexas como as intenções, as justificativas para as ações, as narrativas, e as expectativas, enfim, as crenças e os estados emocionais por trás das ações, passadas ou pretendidas foram possíveis. No entanto, o argumento da hipótese de trabalho é que, quando a consciência noética não-verbal e verbal começaram (Ledoux, 2021), os organismos estiveram no caminho para ultrapassar gradativamente o limiar crítico entre os processos cognitivos não-conscientes e conscientes (Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019). Previamente, os organismos usavam a expressão comportamental para "dizer" aos outros organismos, sem usar as palavras da comunicação verbal, o que estava acontecendo com eles e o ambiente (Ohman, 2001; Engelmann & Pessoa, 2007). No entanto, posterirormente, as respostas emocionais puderam ser conceituadas detalhadamente, através de computações indiretas

e não tão rápidas, para serem comunicadas aos outros organismos (Pinker & Jackendoff, 2005a) e até responderem às perguntas que nunca haviam sido feitas antes, tais como, sobre haver uma perspectiva individual para o que é percebido e sobre uma apropriação individual dos estados internos (Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019), sem desvincular da vida, isto é, dos mecanismos básicos de manutenção e regulação (Damasio, 2018; Ledoux, 2019).

Se os níveis mais avançados de consciência funcionam como uma bússola norteadora dos conteúdos dos estados internos, ao evocarem as memórias autobiográficas e incluírem um esquema de *self* nelas, então quando estes conteúdos são representados simbolicamente, eles são considerados mais ricos que só tomados numa perspectiva individual do *self* como proprietário deles e agindo sobre eles (Damasio, 2010). Desse modo, a expansão da consciência e da linguagem humanas parece ser difícil de separar do grau excepcional de sociabilidade humana e do desenvolvimento cultural (Pinker, 2010). Assim, é difícil explicar as culturas humanas sem considerar os estados de alta-ordem da consciência por trás dos novos instrumentos e práticas de cultura e descartar as contribuições da linguagem para o desenvolvimento e a transmissão das culturas.

4.1. Consciência de Alta-Ordem e Linguagem

Uma vez que formas mais elementares de consciência, como a consciência primitiva (Edelman, 1992), a consciência central (Damasio, 2010), e a consciência noética (Ledoux & Brown, 2017) passaram a existir, tais formas ainda não puderam se tornar a mente cultural que se pode reconhecer na linhagem *sapiens*. Desse modo, foi necessário enriquecê-la adicionando novos recursos e habilidades permitindo a emergência de outras formas de consciência mais complexas, como a consciência de alta-ordem (Edelman, 1992), a consciência estendida (Damasio, 2010) a consciência autonoética (Ledoux & Brown, 2017). Entre eles estavam uma poderosa função de memória baseada em informações passíveis de serem representadas e re-representadas, a capacidade de aprender, de recordar e inter-relacionar os fatos semânticos e os eventos autobiográficos, uma expansão da habilidade imaginativa, mas sobretudo, o raciocínio e as capacidades de pensamento simbólico, de modo que, as narrativas não-verbais, depois de geradas, puderam ser traduzidas em representações extrínsecas codificadas

simbolicamente. Essa é a capacidade de traduzir as representações implícitas de alta-ordem em símbolos verbais por meio de um mecanismo capaz de codifica-las e decodifica-las. Essa é a função do mecanismo consciente, segundo a hipótese de trabalho.

4.1.1. Consciência de Alta-ordem

Segundo a TNGS (Edelman, 1992; Edelman & Tononi, 2000), os animais não-humanos com o tipo de consciência primária podem integrar os eventos perceptivos e motores juntamente com a memória presente para construir uma representação multimodal do ambiente externo e interno presente. Os diferentes sinais, no seu sistema cérebro/corpo, contribuem para os componentes dessa representação poderem ou não estar causalmente conectados e relacionados aos sistemas de valores (valência e magnitude) e ao aprendizado passado do animal consciente individual. Nesta base, o animal não-humano possui certa fluidez cognitiva e flexibilidade para alterar o seu comportamento de forma adaptativa. Tal animal não-humano, com consciência primária, tem planejamento, mas não tem a capacidade narrativa explícita (embora tenha memória de longo prazo) e só pode lidar com a cena imediata no presente lembrado.

A consciência de alta-ordem emerge mais tarde na evolução - muitos modelos evolucionários (Edelman, 1992) mencionam o Pleistoceno Médio, que começa há 2,5 milhões de anos atrás até 11 mil anos atrás, mais especificamente, o estágio dito Calabriano, que vai de 1 milhão e 806 mil até 781 mil anos atrás, como a escala de tempo geológica, na qual, as formas mais sofisticadas de consciência evoluíram gradualmente - [103] como na espécie humana, que é única por possuir uma linguagem verdadeira feita de sintaxe e de semântica. A consciência de alta-ordem permite que seus possuidores ultrapassem os limites do presente lembrado da consciência primária. A história passada de um indivíduo, os planos futuros e a consciência de estar consciente tornam-se acessíveis. Dado o papel constitutivo dos símbolos linguísticos, a dependência temporal da consciência dos *inputs* presentes já não é limitante. No entanto, a atividade neural

[103] Para a TNGS, uma forma mais básica de consciência de alta-ordem poderia ser vista em primatas não-humanos, como os chimpanzés, apesar de sua forma mais rica ser observada só em animais-humanos (Edelman, 1992; Edelman & Tononi, 2000). Essa é uma separação importante, pois há diferentes perfis de consciência de alta-ordem. No que tange a co-evolução com a linguagem, o estágio em escala geológico é mais recente, envolvendo o Pleistoceno Tardio, conforme explicado na nota de rodapé anterior.

subjacente à consciência primária ainda deve estar presente em animais com consciência de ordem superior (Edelman, 1992; Edelman & TONONI, 2000).

A TNGS (Edelman, 1992; Edelman & Tononi, 2000) dá importância para aspectos funcionais da evolução da cisão entre a consciência primária e de alta-ordem. Primeiro, se deve notar que os mecanismos neurais subjacentes à consciência primária surgiram e foram mantidos durante a evolução. Não obstante, em algum momento em torno da divergência entre os répteis e os mamíferos e depois em aves, o desenvolvimento embriológico de um grande número de novas conexões recíprocas permitiu que ocorresse uma rica atividade reentrante[104] entre os sistemas cerebrais mais posteriores que realizam a categorização perceptual e os sistemas localizados mais frontalmente responsáveis pela memória de categoria de valor (Edelman, 1992). Esta atividade reentrante forneceu a base neural para a integração de uma representação com todos os seus *qualia* implicados. A capacidade de um animal assim equipado para relacionar discriminativamente uma representação presente complexa com a sua própria história anterior de aprendizagem conferiu uma vantagem evolutiva adaptativa. Desse modo, em épocas evolutivas muito posteriores, surgiram outros circuitos reentrantes que ligavam o desempenho semântico e linguístico aos sistemas de memória categórica e conceitual. Assim, esse desenvolvimento permitiu o surgimento de uma consciência de alta-ordem (Edelman, 1992).

Em particular, a TNGS argumenta que as mudanças neurais que levaram à linguagem estão por trás do surgimento da consciência de alta-ordem e, portanto, marcaram os aspectos mais sofisticados da evolução da fala. Uma vez que a consciência de alta-ordem começa a emergir, um *self* pode ser construído a partir das relações sociais e afetivas. Este *self* (implicando o desenvolvimento de um agente autoconsciente, um sujeito) vai muito além da individualidade de base biológica de um animal não-humano com a consciência primária. A emergência do *self* leva a um refinamento da experiência fenomenológica, vinculando os sentimentos aos pensamentos, à cultura e às crenças e

[104] Isso é chamado de "Fibras Reentrantes" em outros momentos (Edelman, 1992). Segundo a TNGS, tais fibras permitem a conexão bidirecional entre as redes cerebrais possibilitando um alto fluxo informacional. Entre as redes que competem e cooperam, as fibras reentrantes são como as vias, nas quais, os sinais vêm e vão influenciando-se mutuamente reforçando ou inibindo (Edelman, 1992). Essas fibras são essenciais para a formação de grandes cartografias cerebrais que não são localizadas, mas funcionalmente distribuídas. Essas cartografias podem ser um sistema que concentra grande quantidade informacional integrando-a constituindo uma representação de alta-ordem reunindo as características e qualidades, por exemplo, de um processo perceptivo interno e externo e, assim, respondendo ao problema da ligação (Edelman, 1992; Edelman & Tonini, 2000).

permite a imaginação do pensamento a incluir simbologias e metáforas. O organismo pode fazer de seus estados internos não só temporalmente distantes, mas pode construir metáforas a partir de objetos não-existentes. Assim sendo, os organismos que possuem uma consciência de alta-ordem que co-evoluiu com a linguagem podem criar histórias, planos e ficções, eles podem enriquecê-las simbolicamente com os maiores detalhes de sua consciência de ordem-superior (Edelman, 1992).

4.1.2. Consciência Estendida

Para a SMH (Damasio, 2010; Damasio, 2018), dito diretamente, a consciência central não requer a linguagem e deve ter precedido a linguagem, obviamente, nas espécies não-humanas, mas também nos animais humanos. Com efeito, a linguagem provavelmente não teria evoluído em indivíduos desprovidos de consciência central. Não obstante, pelo contrário, nos graus mais elevados da escala da evolução da consciência, a consciência autobiográfica co-evoluiu com a linguagem.

Para a SMH (Damasio, 2010; Damasio, 2018), o "*Protoself*" é o primeiro estado da geração da consciência e emerge quando o organismo tem uma representação básica da interação cérebro-corpo-ambiente. A Consciência Central (*Consciousness Core*) emerge quando o organismo se torna consciente dos sentimentos associados às mudanças que ocorrem no seu estado corporal e é capaz de reconhecer que os seus pensamentos são seus e que são formulados em sua própria perspectiva. Assim, se desenvolve um senso momentâneo de identidade, à medida que o cérebro constrói continuamente imagens representativas, com base nas comunicações recebidas do "*Protoself*" (Damasio, 2010). Para a SMH (Damasio, 2018), esse nível de consciência não é exclusivo dos seres humanos e permanece estável durante toda a vida do organismo. Uma relação é estabelecida entre o organismo e o objeto que ele está observando, à medida que o cérebro cria continuamente imagens para representar a experiência dos *qualia* do organismo (Damasio, 2010; Damasio, 2018).

A Consciência Estendida (*Extended consciousness)* não poderia existir sem os seus antecessores e, ao contrário deles, requer um vasto uso de memória, principalmente, a autobiográfica e a memória de trabalho (Damasio & Damasio, 1998). Portanto, uma lesão no centro de memória de uma pessoa pode causar danos à sua consciência ampliada

ou estendida, sem prejudicar as outras camadas. O *self* autobiográfico baseia-se na memória das experiências passadas que envolve o uso de funções executivas para recuperá-las (Damasio & Damasio, 1998; Damasio, 2010). Essa camada autobiográfica do *self* evoluiu gradativamente na evolução (Damasio, 2018) e é separada em grau dos outros tipos de consciência e não em espécie (Damasio, 2010)[105]. Adicionalmente, a memória de trabalho é necessária para uma ampla exibição de itens a serem recuperados e referenciados (Damasio & Damasio, 1998). Assim também, as áreas linguísticas do cérebro (Damasio & Geschwind, 1984) são ativadas para aprimorar a experiência do organismo. De acordo com a SMH (Damasio & Damasio, 1998; Damasio, 2010), a linguagem não seria necessária para a consciência, mas teria proporcionado o seu aprimoramento.

Considerando que, a hipótese de trabalho assumiu que o *self* amadureceu lenta e gradualmente (Pinker & Jackendoff, 2005a), mas de forma desigual (Mithen, 2006), e que o processo estava ocorrendo em diversas partes do mundo e não necessariamente ao mesmo tempo (Mithen, 2002), ainda assim, ao que parece, os humanos pré-históricos mais diretos andavam pela Terra há cerca de 200 mil anos, e que há cerca de 30 mil anos, os humanos produziam pinturas rupestres, esculturas, gravuras rupestres, peças fundidas em metal e joias, e possivelmente, faziam música (Mithen, 2003; Mithen, 2014). A data proposta para a gruta de Chauvet, é 32 mil anos atrás e 17 mil anos atrás para a gruta de Lascaux (Mithen, 2002). Assim também, há dezenas de milhares de anos atrás, os animais humanos já criavam sepulturas elaboradas mostrando um tipo de tratamento especial aos mortos, como algo parecido às lápides (Mithen, 2002; Mithen, 2003).

A questão é que, nesse período, já havia organismos com uma mente capaz de processamento simbólico (Damasio, 2018), pois é possível imaginar que havia alguma cognição de alto-nível e consciência correlacionadas ao surgimento da linguagem e a explosão da expressão artística e a fabricação sofisticada de ferramentas que distingue o *Homo sapiens* das outras linhagens (Damasio, 2018). Dito de modo contrário, é difícil imaginar como tais comportamentos teriam ocorrido na ausência de uma preocupação explícita com a vida, de uma primeira tentativa de interpretar a vida e atribuir-lhe valor

[105] Damasio (Damasio, 2018) parece forçar o argumento mais no sentido de uma dependência da forma autobiográfica de consciência de alta-ordem da linguagem. Isso poderia significar que a linguagem evoluiu gradualmente a partir do estágio Chibaniano, de 781 mil até 126 mil anos atrás, o que coloca, então, a forma autobiográfica da consciência como uma função evoluída bem mais recentemente.

emocional e cognitivo. Essas habilidades e capacidades deveriam exigir um *self* sofisticado (Damasio, 2018).

Por outro lado, à medida que o conhecimento se acumulava sobre os seres humanos e sobre o universo, a reflexão contínua poderia muito bem ter alterado a estrutura do *self* autobiográfico (Damasio, 2018). Com tal habilidade, a reflexão poderia ser categorizada e expressa verbalmente para ser levada muito mais longe e descrevendo as reflexões com riqueza de detalhes e profundidade (Damasio, 2018). Nesse sentido, há uma separação mais estreita de aspectos relativamente díspares do processamento mental, por exemplo, da coordenação da atividade cerebral, primeiro, impulsionada pelo valor biológico, e depois, pela cognição e linguagem (Damasio, 2018). Seja como for, isso trouxe vantagens para os grupos que compartilhavam essas habilidades e cooperavam. Para a SMH, o *self* evoluiu recentemente em janela temporal evolutiva e se baseou em características do cérebro de animais humanos adquiridas durante o longo período do Pleistoceno Tardio (de 126 mil até 11 mil anos atrás) (Damasio, 2018). Sumamente, o *self* demanda da capacidade do cérebro para manter os registos de memória expansivos, não só de capacidades motoras, mas também dos fatos semânticos e dos acontecimentos, em particular, dos acontecimentos pessoais, aqueles que constituem a estrutura da biografia, da personalidade e da identidade individual (Damasio, 2018). Além disso, o *self* depende da capacidade de reconstruir e manipular os registos de memória num espaço cerebral funcional paralelo ao espaço perceptual, de produzir não apenas as representações mentais que imitem a realidade servilmente e mimeticamente, mas também as representações de ações, objetos e indivíduos (Damasio, 2018).

No entanto o maior incremento ao *self* foi proporcionado pela co-evolução com a linguagem. Isso permitiu ao organismo capacidade de comunicar os estados mentais, especialmente, os estados emocionais, através de gestos do corpo e das mãos, bem como através da voz, na forma de tons musicais e linguagem verbal (Damasio, 2018). Por último, com o surgimento da linguagem, foi possível desenvolver os sistemas de memória externos paralelos aos mantidos pelo cérebro, ou seja, desse modo, as representações pictóricas oferecidas pelas primeiras pinturas, os entalhes e as esculturas, as ferramentas, as joias, a arquitetura a funerária e, puderam ser descritas e transmitidas pela linguagem, através de registros escritos, por exemplo, a variedade mais importante de memória externa até bem recentemente (Damasio, 2018).

4.1.3. Consciência Autonoética

Primeiramente, segundo a HOTEC (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019; Ledoux, 2019), as formas mais elaboradas de consciência, dependem, necessariamente de representações de alta-ordem.

Alguns teóricos de ordem superior (HOT), como Hakwan Lau e David Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011), interpretam a "consciência fenomenal" como denotando um tipo de consciência que as qualidades sensoriais possuem, independentemente de qualquer tipo de consciência cognitiva, as propriedades pelas quais os organismos representam as características físicas como a forma ou a cor dos estímulos visuais ou o tom de objetos visuais. Desse modo, as representações de alta-ordem (HORs) tornam o organismo consciente do estado de primeira-ordem (FORs), mantidas por atividades das redes de memória de trabalho para o córtex visual (Lau & Rosenthal, 2011). Lau e Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011) consideram o debate com os teóricos de primeira-ordem (FOR), como Block (Block, 2011), como sendo sobre se essas qualidades sensoriais podem ocorrer independentemente da consciência ou não. Para Lau e Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011), não existe a consciência fenomenal em FORs, uma vez que, as propriedades sensoriais só se tornam conscientes através de estados de alta-ordem e pela manutenção das funções executivas (como a atenção *top-down* e a memória de trabalho) e a ativação das redes pré-frontais (como as regiões mediais e laterais, dorsais e ventrais). Assim, sendo construída desta forma, a existência da consciência fenomenal contaria com qualquer tipo de HOT.

O que acontece é que a HOTEC (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019) concorda com esses pressupostos da HOT de Lau e Rosenthal (Lau & Rosenthal, 2011) quanto ao emprego das funções executivas e ativação das redes frontais, mas adiciona um terceiro tipo de representação (HOR+OR) que corresponde ao estado e esquema do *self*, ou seja, um esquema das memórias autobiográficas que permitem ao organismo imaginar a si mesmo dentro de uma narrativa acontecendo para ele. Com efeito, a teoria HOR+OR argumenta que a consciência fenomenal não reflete um estado sensorial (como proposto pela FOT) ou a relação entre um estado sensorial e um estado cognitivo de alta-ordem da memória de trabalho (como proposto pela HOT) (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019).

Em vez disso, HOR+OR postula que a consciência fenomenal consiste em ter uma representação de alta-ordem adicional (*High-order-Representation* - OR) de informações sobre uma HOR. Esta segunda OR instanciaria a experiência fenomenal e é acessada introspectivamente sobre a HOR do estímulo sensorial externo. Desse modo, para ter uma experiência fenomenal se deve estar introspectivamente consciente de uma HOR não-consciente. É preciso notar, que para a HOTEC, este é um tipo passivo de observação da existência da consciência fenomenal, mas que difere do escrutínio ativo da experiência consciente que requer a atenção *top-down* e os processos de *feedback* que retroalimentam os processos anteriores. Desse modo, a prospecção ativa requer uma outra camada adicional de HOR, um estado e esquema do *self*, assim, uma "Self-HORROR" (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019).

Quando um estado de alta-ordem inclui as informações sobre si mesmo, então se torna possível que exista algo como o "*self*" estar nesse estado. Isso é o que se chama de "Self-HOROR", uma HOR+OR que inclui as informações sobre si mesmo. Isso corresponde à consciência autonoética (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019). Uma *Self*-HOROR depende do autoconhecimento, que inclui tanto a memória explícita (conscientemente acessível) quanto a implícita (não conscientemente acessível). No caso da *self*-HOROR, a informação sobre o *self* tem potencial para acesso consciente, ou pelo menos para influenciar a experiência consciente e, portanto, que cai no domínio da memória explícita. A memória explícita é adquirida e recuperada através do sistema que implica a ação da memória de trabalho, particularmente, o *buffer* episódico e conta com a participação dos córtices póstero-mediais (PMCs) e da memória do lobo temporal medial (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019).

Tais memórias são, na verdade, não-conscientes até serem recuperadas na memória de trabalho e tornadas conscientes. Assim, o *self* depende das memórias autobiográficas sobre o "quem", o "que" e o "quando" algo aconteceu na vida de alguém, e como esse organismo pensa, age e sente em situações específicas. Esses conjuntos de informações são chamados de "Esquemas de *Self*". Como parte da teoria do self-HOROR, há um esquema do *self* autobiográfico que contribui para os estados conscientes nos quais o *self* está envolvido (Ledoux & Brown, 2017).

As funções executivas, como a memória de trabalho, a atenção *top-down*, a metacognição, e as redes neurais, especialmente as redes pré-frontais, que são subjacentes

às HORs, são necessárias para as experiências conscientes que envolvem o *self* (Ledoux & Borwn, 2017). Adicionalmente, se deve incluir também os estados emocionais que envolvem o *self*, denominados de "Esquemas das Emoções", que referem aos registros e as repostas emocionais que foram adquiridas e estão representadas. Essas funções integram as informações não-conscientes de contexto semântico o (quê) e episódico (onde e quando) com as representações não-conscientes de informações autobiográficas em uma HOR não-consciente e, assim, são representados em uma HOR-autonoética que dá sustentação às experiências conscientes dos eventos como acontecendo para o *self* (Ledoux & Borwn, 2017).

Portanto, a proposta da HOTEC (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019; Ledoux, 2019) implica que ocorram um conjunto de representações (FORs e HORs) que são não-conscientes e processadas por uma arquitetura cognitiva, apoiada na memória de trabalho, e nos circuitos neurais pré-frontais. Essa arquitetura cognitiva integra os esquemas das emoções, recupera as memórias semânticas que proporciona uma consciência dos fatos de uma dada situação (consciência noética não-verbal) e, por fim, recupera o esquema do *self* dentro das representações permitindo emergir o estado de alta-ordem da consciência (consciência autonoética).

4.2. Síntese

Curiosamente, Ledoux e colegas (Ledoux & Brown, 2017; Brown et al., 2019; Ledoux, 2019; Ledoux, 2020; Ledoux, 2021) não tem interesse pela relação entre a consciência e a linguagem. Ledoux (Ledoux, 2019) apenas menciona haver a suspeita de uma separação entre a consciência noética não-verbal e verbal, mas não desenvolve e oferece um argumento para tal relação. Ao contrário, a *hipótese de trabalho faz isso sugerindo que a consciência noética verbal coordena a função dos sistemas tradutores de estados internos em estados externos, a saber, a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional*. Para tanto, se buscou referências experimentais que demonstram que tal função é realizada por cada um dos dois sistemas (capítulos 1 e 2) e, depois (capítulo 3), como isso foi adaptativo para os organismos que possuem essa tríade de sistemas. Não obstante, a hipótese de trabalho é coerente com as projeções que afirmam que a consciência em suas formas de alta-ordem é enriquecida com a co-evolução linguagem e consciência.

Como foi argumentado precedentemente, uma vez que a consciência de alta-ordem evolui junto com a linguagem, um *self* que é construído juntamente com as relações sociais e afetivas pode ser representada simbolicamente. Neste caso, até um certo ponto, o mundo subjetivo depende da linguagem para a comunicação. Além disso, a linguagem proporciona a expressão simbólica de estados conscientes que podem ser transmitidos aos outros organismos carregando mais informação em estruturas simbólicas cada vez mais complexas, informações mais ricas em detalhes e ainda isso pode ser deixado registrado em extensões da mente que vão além do presente formando uma cultura.

Por fim, vale destacar, que os modelos usados aqui (TSGN; SMH; HOTEC) são de característica evolucionista. De acordo com essa proposta, os hominídeos evoluíram para se especializarem no ambiente que eles viviam, adquirindo habilidades como raciocinar sobre a estrutura causal do mundo, cooperar com outros indivíduos, partilhar esse conhecimento e negociar esses compromissos através da linguagem. Assim essas habilidades foram adaptações ao nicho ecológico, cognitivo e social em que eles viviam, o que conferiu vantagens de sobrevivência.

Essas adaptações co-evoluiram entre si e com a história de vida e sociais, tais como o maior investimento parental na prole, as relações de cooperação entre não-parentes e o alargamento das relações sociais até com grupos externos. Mas isso tudo só foi possível pela linguagem. À medida que os sistemas de comunicação vão ficando mais complexos, os nichos também vão. Isso permitiu pensar no futuro das múltiplas gerações, nas infâncias, na esperança de vida mais longa e até viabilizou formas de transmitir o "pensamento abstrato" sobre o depois da vida. Desse modo, a linguagem penetrou além das dimensões humanas ligadas à acumulação de conhecimentos locais (*hnow-how*), mas também abrangeu as convenções sociais e a transmissão de pensamentos sobre as diferentes culturas. Assim, essas foram adaptações ao nicho que trouxeram vantagens em codificar representações simbólicas a partir das estruturas mentais cada vez mais complexas.

Seção 5

As Críticas, os Limites e o Alcance da Hipótese CLEC

Finalmente, nesta penúltima seção do capítulo 3, se busca sondar o conjunto de potenciais críticas às premissas que compõem a hipótese de trabalho, como também, indicar os limites da hipótese de trabalho no sentido de realçar aqueles aspectos importantes que o modelo de mecanismo consciente não procura prever e definir qual o alcance atual com relação aquilo que o pano de fundo teórico e a base experimental presente nos EMs de consciência atingiram e aquilo que já pode ser antecipado quanto ao escopo próprio da hipótese de trabalho.

Para tanto, primeiramente, é mencionado o conjunto de potenciais críticas que poderiam implicar dificuldades para a sustentação do argumento, de modo que, a exposição segue por subseções que referem ao tema específico seguido de um potencial comentário ou resposta. Posteriormente, o objetivo consiste em limitar o alcance da hipótese de trabalho demarcando aquilo, de um lado, que a hipótese poderia implicar, e de outro lado, aquilo que a hipótese não prevê no estágio atual de desenvolvimento. Por fim, o foco é fazer um balanço em relação às considerações prévias e futuras perspectivas quanto aos passos seguintes de desenvolvimento da pesquisa acerca da hipótese de trabalho, cujo tópico, será melhor transcrito na seção 6, nomeada de apêndice, na qual, as perspectivas futuras são enunciadas.

5.1. Críticas

5.1.1. Afantasia e Hiperfantasia

Dito de modo direto, "Afantasia" descreve um quadro clínico, em que, os pacientes possuem uma inabilidade de criar imagens mentais ou possuir imagens mentais pouco vívidas (Zeman et al, 2020). Os afantásicos seriam pessoas com ausência de imagens visuais, ao passo que, os hiperfantásicos teriam uma abundância de imagens visuais (Zeman et al., 2015). De acordo com estes estudos (Zeman et al., 2015; Zeman et al., 2020), os dados indicaram que as pessoas que se encontram nos dois extremos do espectro da vivacidade das imagens visuais relatam as associações comportamentais e psicológicas de modo distinto. As pessoas com hiperfantasia são mais propensas a trabalhar em profissões tradicionalmente consideradas "criativas", por outro lado, aquelas com afantasia são mais propensas a trabalhar em áreas como a computação, a matemática

e as ciências (Zeman et al., 2020). A afantasia, em contraste com a hiperfantasia, está supostamente associada à dificuldade de reconhecimento facial, e muitas pessoas com afantasia descrevem as memórias de modo mais empobrecido sobre os eventos pessoais passados. Diferentemente, as pessoas com hiperfantasia têm maior probabilidade do que aquelas com afantasia de relatar a sinestesia.

Zeman e colegas (Zeman et al., 2015) aplicaram um questionário chamado de "*Vividness of Visual Imagery Questionary*" (VVIQ) para avaliar a qualidade da imagem mental de 21 participantes com afantasia e hyperafantásicos. Os resultados indicaram que os afantásicos carecem apenas de visualizações voluntárias, mas eles ainda são capazes de ter visualizações involuntárias, como os sonhos, ou acordados, mas na forma de flashes. Neste estudo, metade dos participantes relataram que outras modalidades de imagens também foram afetadas.

Em outro estudo (Zeman et al., 2020), os pesquisadores aplicaram um questionário para 2 mil pessoas afantásicas e 200 pessoas hiperfantásicas, cujo resultado, apontou que os participantes com afantasia relatam uma taxa elevada de dificuldade com o reconhecimento facial e a memória autobiográfica, ao passo que, os participantes com hiperfantasia relatam uma taxa elevada de sinestesia. Cerca de metade das pessoas com afantasia descrevem uma ausência de imagens de vigília em todas as modalidades dos sentidos, enquanto a maioria sonha visualmente. A afantasia parece ocorrer dentro das famílias com mais frequência do que seria esperado por acaso. Considerando que as imagens visuais normalmente permitem as pessoas "ver" itens ausentes e que essa habilidade desempenha um papel importante na memória, principalmente, a autobiográfica baseada em eventos, nos pensamentos típicos de devaneios e nas experiências que ensejam a criatividade, afantásicos podem desempenhar uma baixa performance nessas habilidades (Zeman et al., 2015; Zeman et al., 2020).

Sobre as diferenças em comportamento e estados psicológicos, quando solicitados a contar mentalmente o número de janelas em sua casa, as pessoas com hiperfantasia e imagens de médio alcance quase invariavelmente consultam uma imagem visual, mas aquelas com afantasia descrevem uma série de estratégias alternativas, incluindo o uso de imagens visuais espaciais, imagens cinestésicas e "conhecimento" amodal (Zeman et al., 2020). Complementarmente, as pessoas com afantasia (63%) eram mais propensas do que aquelas com imagens médias (89%) ou vívidas (98%) a relatar ausência de sonhos ou

sonhos avisuais (em formas narrativas, textuais, conceituais, auditivas e emocionais atípicas e assim por diante). Além disso, apesar que cerca de 54,2% dos afantásicos descrevam uma ausência de imagens em qualquer modalidade de sentido, muitos experimentam imagens em uma ou mais modalidades diferentes da visão, a maioria muitas vezes auditiva (Zeman et al., 2020).

Rebecca Keogh e Joel Pearson (Keogh & Pearson, 2017), procuraram mensurar a capacidade sensorial das imagens mentais usando rivalidade binocular (BR) e efeito *priming* baseado em imagens. Eles mostraram que, quando o participante é solicitado a imaginar um estímulo, segundo os auto-relatados de afantásicos obtidos pela aplicação de questionários (VVIQ), eles quase não experimentaram o *priming* perceptivo se confrontados com aqueles que relataram e obtiveram as pontuações mais altas de imagens onde o *priming* perceptivo teve um efeito. Em outras palavras, os participantes experimentalmente afantásicos quase não mostraram nenhum *priming* de rivalidade baseado em imagens. As imagens de objetos visuais auto-relatados pelos participantes afantasicos estavam significativamente abaixo da média, no entanto, as suas pontuações de imagens espaciais estavam acima da média. Estes dados sugerem que a afantasia é uma condição que envolve a ausência de imagens sensoriais e fenomenais, e é especulado que possa não envolver a ausência da metacognição. Ao discutir sobre os correlatos neurais envolvidos, os autores (Keogh & Pearson, 2017) sugerem que afantásicos podem ter dano nas projeções ventrais do córtex estriatal para o lobo temporal mostradas em tarefas de imagens espaciais estáticas. Apesar dos estudos nesta área serem insipientes ainda, estudos como este (Keogh & Pearson, 2017) já começaram a identificar potenciais correlatos objetivos da afantasia ao usar alguns marcadores comportamentais e neurais, como a perda do efeito de *priming* usual da imagem na rivalidade binocular.

Outro estudo (Dawes et al., 2020) focou na relação entre a afantasia e a baixa performance na recuperação de memórias de eventos partindo do pressuposto que a habilidade de evocar as memórias de eventos e simular o futuro depende de gerar as imagens visuais para a construção de representações sensoriais complexas independentes da estimulação sensorial. Desse modo, a habilidade de gerar as imagens visuais poderia interferir na produção da memória autobiográfica e na prospecção futura. Se a habilidade de gerar as imagens visuais é uma função cognitiva para que possibilita simular o passado e o futuro, então os indivíduos que não têm a habilidade de "visualizar" por meio de imagens poderiam estar comprometidos para além disso (Dawes et al., 2020).

Os autores (Dawes et al., 2020) aplicaram um questionário autobiográfico "*Episodic Memory Imagery Questionnaire*" (EMIQ), na qual, os participantes afantasicos geraram significativamente menos detalhes episódicos do que os do grupo controle para os eventos passados e futuros. Especificamente, tal resultado mostrou-se maior para os novos eventos futuros, marcadamente por reduções seletivas na recuperação de detalhes visuais, acompanhadas por classificações comparativamente reduzidas da riqueza fenomenológica de eventos simulados e, paralelamente, por marcadores linguísticos quantitativos de uso reduzido de linguagem perceptual em participantes afantásicos em comparação com aqueles com imagens visuais neurotípicas do grupo controle (Dawes et al., 2020).

O estudo (Dawes et al., 2020) concluiu que os participantes afantásicos experimentam imagens reduzidas em outros sentidos e têm memórias autobiográficas menos vívidas. Em resumo, tais descobertas trouxeram evidências de que a afantasia está associada à uma capacidade diminuída de reviver o passado e simular o futuro, indicando que as imagens visuais são uma ferramenta cognitiva importante para a recuperação e a recombinação dinâmicas dos detalhes episódicos durante a simulação mental.

Supletivamente, outro estudo (Bainbridge et al., 2021) sugeriu uma separação entre as representações espaciais e as representações de objeto para explicar o desempenho de participantes afantásicos em tarefas que eles tinham que recordar o que viram para desenhar uma cena visual real. Para isso, 61 indivíduos com afantasia e participantes controle observaram as imagens de cenas do mundo real e foram solicitados a desenhá-las após memorizá-las e, posteriormente, copiá-las durante uma condição perceptual combinada. Os participantes afantásicos recordaram significativamente menos objetos do que os controles, com menos cores em seus desenhos e uma maior dependência de estruturas verbais. No entanto, os participantes afantásicos mostraram alta precisão espacial equivalente aos controles e cometeram significativamente menos erros de memória. Aditivamente, essas diferenças entre os grupos manifestaram-se apenas durante a evocação, sem diferenças entre os grupos durante a condição perceptiva combinada (Bainbridge et al., 2021). Desse modo, este comprometimento da memória específica do objeto em indivíduos com afantasia forneceu evidências de sistemas separados na memória que suportam as informações de objeto e as informações espaciais (Bainbridge et al., 2021).

As pesquisas ainda possuem certas limitações. As descrições feitas sobre o comportamento e os estados psicológicos a partir dos dados obtidos dos participantes nos estudos (Zeman et al., 2015; Zeman et al., 2020; Dawes et al., 2020) sugerem que, em alguns casos, a memória visual é preservada mesmo na ausência de imagens visuais, enquanto em outros, se pode confiar em representações não visuais para as tarefas de memória, e a relação entre a afantasia e a prosopagnosia congênita também merece ser aprofundada.

5.1.1.1. Resposta

Uma resposta destinada à potencial objeção ante ao modelo de trabalho apresentado, de que as representações simbólicas seriam todas imagens mentais, seria argumentar na direção de que não é dito especificamente que todas as representações simbólicas são codificadas sobre as representações intrínsecas, na qual, estas seriam constituídas por imagens, do contrário, as representações implícitas que servem de conteúdo para as representações simbólicas podem também não ser imagéticas. Por um lado, poderia haver aquelas representações mentais que seriam construídas com base em imagens, quer do corpo, quer do ambiente (Damasio, 1994) como aquelas representações implícitas que referem ao conjunto de informações oriundas do corpo ou ambiente (Piccinini & Scarantino, 2010). Por outro lado, ainda se argumenta por defender a posição de que a noção de imagem mental é usada metaforicamente referindo ao conjunto de informações endógenas e exógenas que são processadas no cérebro/corpo que servem de base para a edificação de representações mentais (Seth & Friston, 2016). Por fim, de modo complementar, se pode arguir que, dentre os aspectos relevantes para a construção de representações simbólicas no modelo apresentado, as representações intrínsecas imagéticas não estão presentes, mas antes é fundamental para o modelo a codificação neural e o processamento informacional que são tomados em conta para basear o que foi dito por representações mentais quer sejam intrínsecas ou extrínsecas/simbólicas (Northoff & Bermpohl, 2004; Ledoux & Brown, 2017).

A potencial objeção de que a hipótese de trabalho prediz que todas as representações simbólicas teriam conteúdos imagéticos como base poderia ser assumida se ter em conta que nas seções sobre as " Expressões Emocionais" e sobre as "Teorias das Expressões emocionais", nas seções 2 e 3, há uma clara referência à "Hipótese do

Marcador Somático" (SMH) (Damasio, 1994; Damasio ,1996; Damasio 2010; Damasio & Carvalho, 2013), apesar de que, no debate contra a "Hipótese da Alta-ordem da Consciência" (HOTEC) (Ledoux, 1991; Ledoux, 1998; Ledoux, 2000; Ledoux, 2012), há uma indicação de que a hipótese de trabalho se ajusta mais à HOTEC. Não obstante, se deixar esse detalhe de lado, ainda teria que responder quanto ao uso do termo "imagens mentais" que são, na verdade, as representações sobre o corpo/cérebro do indivíduo podendo ser de origem perceptual externa (visuais, olfativas e assim por diante) e internas (pensamentos, planos, comportamentos dos outros e assim por diante) (Damasio, 1994; Damasio, 1996). Dito de outro modo, para a SMH, o organismo constituído pela junção cérebro/corpo interage com o ambiente como um conjunto, não sendo a interação nem do corpo nem apenas do cérebro isoladamente. Assim sendo, em organismos complexos, além dessa interação que implica na geração de expressões emocionais e respostas comportamentais, eles também geram as respostas internas, algumas das quais constituem imagens (visuais, auditivas, somatossensoriais e assim por diante), que seriam o fundamento da mente (Damasio, 1994; Damasio, 1996).

Se para a SMH, ter uma mente significa que um organismo forme as representações neurais que podem se tornar imagens e serem manipuladas em um processo reflexivo e, eventualmente, influenciar o comportamento, ajudando a prever o futuro, planejar adequadamente e escolher a próxima ação (Damasio, 1994; Damasio, 1996), então é reconhecido que as imagens mentais estão presentes em todas as representações, incluindo aquelas de alto-nível, como a linguagem. Desse modo, levando em conta a literatura sobre afantasia e linguagem (Dawes et al., 2020; Bainbridge et al., 2021) que afirma que, se os afantásicos experimentam algum prejuízo de consciência e linguagem, isso não é em grau severo ao ponto de ser considerado ausente neles, então a hipótese de trabalho poderia enfrentar dificuldades de explicar como os afantásicos que não possuem imagens mentais ainda possuem linguagem e consciência, ao menos em algum grau. Ora, evidentemente para isso ocorrer, a premissa de que a hipótese de trabalho se baseia na SMH (Damasio, 1994; Damasio, 1996) e que assume todos os seus compromissos e implicações derivados disso, teria que ser verdadeira.

Não obstante, isso não ocorre, porque, dentro do conjunto de definições conceituais e operacionais que a hipótese de trabalho depende, e exclusivamente neste ponto, o compromisso são com a codificação neural (Northoff & Bermpohl, 2004) (que é abordada na seção seguinte) e o processamento informacional (Piccinini & Scarantino,

2010) para explicar as representações intrínsecas, sem exigir que elas sejam constituídas por imagens exclusivamente. A informação é tratada naturalmente (Seth & Friston, 2016) e corresponde aos fluxos de processamento informacional dentro do sistema em vários níveis (Baars, 1993; Dehaene & Naccache, 2001). Essas seriam as condições para a geração de representações neurais intrínsecas (Churchland & Sejnowski, 1990; Bechtel 2001), que armazenam as informações sobre os estados do corpo/cérebro e do ambiente (Hohwy & Seth, 2020), e de representações extrínsecas que podem corresponder ao comportamento ou à linguagem (Lau & Rosenthal, 2011; Ledoux & Brown, 2017). Desse modo, a hipótese de trabalho não prevê que os conteúdos gerados no corpo/cérebro e ambiente sejam constituídos por imagens, mas que sejam informativos em vários níveis de processamento e instanciados no cérebro/corpo, embora haja especificidades estruturais e funcionais do cérebro a respeito do processamento informacional e complexidade de estados de baixa e alta-ordem.

Por outro lado, como foi dito anteriormente, a hipótese de trabalho poderia enfrentar dificuldades explicativas se estivesse comprometida com a definição conceitual e operacional de imagem mental (Damasio, 1994; Damasio, 1996) constituindo as representações linguísticas. Consequentemente, se assumir que todas as representações simbólicas são constituídas sobre as representações que possuam conteúdos de imagens mentais, então a hipótese de trabalho demandaria de pesquisas que mostram que os afantásicos possuem a ausência da habilidade que possibilita produzir as representações simbólicas. No que tange as conclusões de um estudo precedente (Dawes et al., 2020) mostrado, elas indicaram que, se afantásicos não geram imagens visuais, isso não implica a ausência completa de representações simbólicas, mas uma baixa performance na sua execução nos domínios espacial e visual, apesar que sem diferenças no uso da linguagem verbal, temporal e espacial. No entanto, outro estudo citado na subseção anterior (Bainbridge et al., 2021), mostrou que afantásicos, ao contrário, mostraram grande dependência de representações simbólicas em tarefas que envolvem as representações de objetos e espaciais na memória. Desse modo, fica em aberto a questão do quanto a baixa performance na percepção de dados externos visuais e na recuperação memórias autobiográficas (Dawes et al., 2020) podem afetar as avaliações fenomenológicas e a expressão delas comportamentalmente ou simbolicamente (Bainbridge et al., 2021).

5.1.2. Críticas a partir dos modelos 4 Es + (corporificadas, incorporadas, estendidas, enativas, + ecológicas, + emocionais)

A crítica 4 Es+ se baseia em certos princípios teóricos-conceituais e a necessidade de serem aplicados aos modelos de consciência. As críticas se concentram em mostrar que muitos modelos tratam a consciência de modo reflexivo e representacionista demais, como também, "cerebralista" e pouco relacional. Do mesmo modo, quanto aos níveis de análise, é afirmado existirem outros níveis intermediários que são excluídos nos modelos naturalistas ou não detectados nas pesquisas e que são relevantes para abordar a consciência de maneira mais holística (Gallagher & Zahavi, 2012).

Segundo esses modelos, tais explicações violam a ideia de que os sistemas são abertos e se influenciam mutuamente, pois cérebro/corpo/ambiente deveriam ser concebidos de maneira relacional, não privilegiando um sobre o outro, e possibilitando explicar como ocorrem as trocas entre esses sistemas (Zahavi, 2013). Assim também, as abordagens 4 Es+ argumentam que o naturalismo da consciência não leva em conta a "resistência estrutural" introduzida por fatores materiais e culturais no sistema cognitivo mais amplo (Zahavi, 2009). Tal visão, afirma que esses e outros fatores envolveriam, então, uma arquitetura mais ampla que ao mesmo tempo não negaria as importantes considerações sobre a estrutura orgânica do cérebro (Gallagher, 2012).

Complementarmente, também se reconheceria que o cérebro e o corpo evoluem e se desenvolvem juntos e que o cérebro tem a estrutura material que possui e funciona da maneira que funciona porque evoluiu e se desenvolveu com o corpo (Gallagher, 2007). Assim também, a ação tem um papel importante, pois o complexo corpo-cérebro opera em ambientes específicos e geralmente se sintoniza com os recursos específicos relacionados à ação, bem como com as diferenças materiais relacionados aos requisitos da tarefa (Zahavi & Gallagher, 2012). Desse modo, se seguir por essa opção, então pode ser levado à ideia de que a cognição é, em algum sentido forte, incorporada, estendida e ativa, em vez de um processo isolado do mundo e "neurocentricamente presa ao crânio". Além disso, essa percepção contempla um acoplamento ativo com o ambiente, em vez de um processo reflexivo sobre as informações sensoriais (Gallagher & Zahavi, 2012).

Como se pode ver a corporificação tem papel central e é outro princípio relevante. Essa sobreposição espacial é precisamente um fenômeno corporificado, resultado de um arranjo material específico e relacional do corpo e do ambiente. Tais arranjos materiais

extra-neurais podem ser explorados para construir um modelo explicativo que entenda o cérebro ligado ao corpo influenciando e sendo influenciado pelo ambiente (Gallagher & Zahavi, 2012). A cultura é outro critério de valor explicativo. Segundo esse critério, há a necessidade de considerar as particularidades culturais que podem ser variáveis importantes para entender certo resultado que se quer estudar. Complementarmente, há que adicionar as características culturais ainda mais amplas relevantes. Por exemplo, as diferenças culturais podem ser fundamentais para explicar as experiências, pois elas podem alterar a experiência cérebro-corpo-ambiente e o seu desenvolvimento e ajudar a explicar como ocorre essa inter-relação (Gallagher & Zahavi, 2012).

Por fim, a ecologia corresponde a outro princípio de relevância para explicar a consciência e a sua evolução. O que quer que o cérebro esteja fazendo, ele está trabalhando em uma ecologia corporificada mais ampla que está sujeita à permeação cultural, e não simplesmente à estreita penetrabilidade ou impenetrabilidade cognitiva e representacional (Hutto & Myin, 2017). Em geral, as explicações 4 Es + generalizariam essas ideias para incluir todos os vários fatores que influenciam a percepção, a ação e a cognição – fatores materiais e estruturais que as visões internalistas da cognição e representação não levam em consideração.

5.1.2.1. Comentário

Primeiramente, a hipótese de trabalho é uma proposta de oferecer uma definição teórico-conceitual para a consciência. Apesar disso, ela é apoiada por modelos experimentais. Isso se fez necessário, pois uma definição conceitual pode servir como uma definição operacional se cumprir com os requisitos necessários que os modelos explicativos experimentais exigem para o sucesso explicativo. Dentre eles, estão a fundamentação empírica e a previsibilidade. Em comparação com os EMs, os modelos 4 Es + não possuem a mesma preocupação em serem explicativos experimentalmente e são mais difíceis de serem modelados (Chuarchland, 2002; Churchland, 2005). Um ponto adicional de consideração é que as teorias contextuais não costumam ceder à experimentação, pois não podem ser modeladas no sentido de controle de variáveis (Churchland, 1989). Desse modo, essa proposta é enraizada no campo de estudos da consciência com uma orientação neurofilosófica marcante (Churchland, 1989; Churchland, 2013).

Segundo, apesar da hipótese de trabalho focar na cognição, especialmente, no sistema da linguagem, na memória de trabalho e atenção seletiva, nas representações internas e extrínsecas, e nas bases neuronais desses sistemas e mecanismos para explicar a consciência, com isso, o modelo possui características internalistas. Contudo, houve também um enfoque nas emoções, evidenciando o papel do corpo para a cognição e consciência (Ledoux, 1991; Damasio, 1994; Prinz, 2004), e na perspectiva ecológica, quando considerou a evolução da linguagem e os aspectos ambientais e sociais (Pinker, 2003; Cosmides Et.Al., 2010; Pinker, 2010). Desse modo, o modelo também tem um traço relacional e contextual, mesmo que não como os 4Es+ esperam.

Por terceiro, é possível alegar que a hipótese de trabalho é interdisciplinar. Tal como a maioria dos modelos utilizados, os EMs se mostram dinâmicos e abertos à interdisciplinaridade o suficiente para possibilitar uma abordagem colaborativa, por exemplo, como os modelos cognitivistas, neuronais, de integração da informação, de alta-ordem compuseram o modelo explicativo de modo coerente, e ainda assim, foram guardadas as suas diferenças específicas e não-conciliatórias (Graziano et al., 2020; Seth & Bayne, 2022).

Por fim, consonante a isso, a própria neurofenomenologia (Bockelmann et al., 2013) está aberta à cooperação sem necessitar rejeitar a metodologia empregada nas ciências empíricas, roteadas no controle de variáveis. Ao mesmo tempo, algumas abordagens na neurofenomenologia sugerem um processo de "dupla iluminação" (Gallagher, 2013), na qual, as abordagens naturalistas podem ajudar a neurofenomenologia a revisar conceitos e, em troca, a neurofenomenologia pode oferecer conceitos que possam ser úteis aos modelos explicativos naturalistas na aplicação de metodologias.

5.1.3. Limitações Neurotecnológicas

Uma questão relevante é quanto à limitação dos modelos de imagem (como a fMRI), visto que, foi de uso para corroborar a hipótese de trabalho muitas pesquisas com aplicação de neurotecnologias.

Alguns estudiosos criticaram os estudos de fMRI por análises estatísticas problemáticas, muitas vezes baseadas em estudos de baixo poder e pequenas amostragens

(Vul et al., 2009). Turner e colegas (Turner et al., 2018) sugeriram que os tamanhos pequenos das amostras afetam a replicabilidade dos estudos de fMRI baseados em tarefas e afirmaram que, mesmo os conjuntos de dados com pelo menos 100 participantes, os resultados podem não ser bem replicados.

Supletivamente, em 2009, Bennett e colegas (Bennett et al., 2009) realizaram um estudo de fMRI em um salmão (*Salmo salar*) morto que "viu" faces de humanos expressando certos estados emocionais distintos e, de acordo com dois testes estatísticos diferentes usados de áreas no cérebro do salmão, os resultados sugeriram atividade significativa. A pesquisa destacou que as análises estatísticas devem ter atenção especial, assim como, atenção ao problema de comparações múltiplas, visto que, entre 25 % e 40% dos estudos sobre fMRI publicados não utilizavam as comparações corrigidas.

Um outro problema descoberto foi a respeito de um *bug* estatístico encontrado nos cálculos de fMRI que provavelmente invalidou, pelo menos, 40.000 estudos de fMRI anteriores aos anos de 2015. Desse modo, os pesquisadores sugerem que os resultados anteriores à correção do *bug* não podem ser significativamente confiáveis (Eklund et al., 2016). Além disso, foi posteriormente demonstrado que a forma como se definem os parâmetros no software determina a taxa de falsos positivos, ou seja, o resultado do estudo pode ser determinado alterando os parâmetros do software (Mueller et al., 2017).

Complementarmente, Elliot e colegas (Elliot et al., 2020) realizaram um experimento em grande escala que procurou testar a confiabilidade da ressonância magnética funcional em pessoas individuais. No estudo, foram reproduzidos os protocolos de artigos publicados em psicologia que usaram fRMI em experimentos. Os resultados sugerem que a fMRI tem baixa confiabilidade quando se trata de casos individuais, mas boa confiabilidade quando se trata de padrões gerais de pensamento humano.

5.1.3.1. Comentário

Inicialmente é importante destacar que alguns trabalhos (Vul et al., 2009) foram rebatidos (Lieberman et al., 2009). Para Lieberman e colegas (Lieberman et al., 2009), Vul e colegas (Vul et al., 2009) concluíram incorretamente que as regressões de todo o cérebro usam um procedimento inferencial de duas etapas inválido e "não independente"

e que são um método válido de etapa única para identificar as regiões do cérebro que possuem as correlações confiáveis com medidas de diferenças individuais. Além disso, o estudo teria concluído erroneamente que a afirmação de que as grandes correlações provenientes de análises de regressão de todo o cérebro poderiam ser o resultado apenas do ruído, visto que, poderia ser re-problematizada ao fornecer uma simulação para demonstrar que os tamanhos típicos de amostras de fMRI raramente produzirão grandes correlações na ausência de qualquer efeito verdadeiro. Por fim, o estudo teria negligenciado a afirmação de que as correlações relatadas estão infladas ao ponto de serem "implausivelmente altas", eles (Lieberman et al., 2009), embora reconheçam que as estimativas de correlação *post hoc* tendenciosas sejam uma consequência bem conhecida da realização de múltiplos testes, eles (Vul et al. 2009) fizeram suposições imprecisas ao estimar o teto teórico de tais correlações, mesmo o estudo (Vul et al. 2009) sugerindo que a magnitude de *bias* é de aproximadamente 0,12.

Não obstante, foram apresentados mais estudos que destacaram a interferência do ruído nas fases inter-testes, problemas estatísticos e até de software que poderiam questionar se os resultados são estatisticamente significativos e se a alteração de parâmetros, ocasionada por defeitos de programação, invalidariam as amostragens. Se isso for verdadeiro, então a sustentação da hipótese de trabalho, quanto ao nível neuronal, poderia ser comprometida, visto que, nos três capítulos, quando se falou em cérebro, os estudos de fRMI estavam presentes. No entanto, se poderia defender por dois caminhos, primeiro, argumentar que a hipótese de trabalho é baseada em modelos interdisciplinares, desse modo, modelos que presumem uma arquitetura cognitiva e evolucionista também trazem evidências experimentais. Em segundo lugar, se poderia dizer que estes problemas técnico-metodológicos da neurociência são uma questão em aberto e que se deve aguardar por mais desdobramentos e resultados.

5.1.4. Reducionismo e Lacuna Explicativa

Uma indagação poderia ser saber se a abordagem proposta possui traços reducionistas (Chalmers, 1996) e se o modelo se defronta com a lacuna explicativa (Levine, 1983). Segundo Chalmers (Chalmers, 1996), qualquer naturalismo-reducionista, por exemplo, como de Francis Crick e Christof Koch (Crick & Koch, 2003), enfrentam a difícil tarefa de explicar como os *qualia* e a estrutura fenomenal, que seriam o aspecto

mais difícil do problema da consciência presentes em uma experiência perceptiva, tal como, ver o vermelho ou sentir uma dor, seriam passíveis de explicação ou se permitiriam o sucesso explicativo do modelo. Para Chalmers (Chalmers, 1996), nenhuma abordagem naturalista-reducionista tem conseguido uma explicação plausível de como a experiência de ver o vermelho surge da ação de um conjunto mínimo de neurônios para uma percepção consciente específica, pois, a tentativa de achar os correlatos neurais da consciência (NCC), em termos causais, parecem estar sempre aquém do objetivo. Em vista disso, cresce a suposição de que o problema é intratável experimentalmente e que nenhuma boa explicação poderá ser fornecida (Chalmers, 1996), pois o caráter qualitativo e a estrutura fenomenal só poderiam ser descritos a partir de uma inovação teórica além dos modelos dualistas e fisicalistas, mas, predominantemente, uma inovação teórica psicológica.

Para Levine (Levine, 1983), uma teoria de identidade fisicalista jamais conseguiria explicar o que seria ter uma experiência da dor a partir de reverberações nas fibras-C[106]. Para Levine (Levine, 1983), as sentenças de identidade psicofísicas deixam surgir um "*explanatory gap*" que impossibilita determinar exatamente se as sentenças de identidade de tipos psicofísicas são verdadeiras, pois, embora possa ser válido em um sentido fisiológico afirmar que "a dor é um disparo de fibras-C", isso não ajudaria a entender como a dor é sentida, ou seja, o caráter qualitativo da experiência (Levine, 1983).

Os casos de identidade psicofísica seriam distintos dos casos físicos, por exemplo, como o caso da relação entre a temperatura e a energia cinética molecular média, pois as relações seriam não-contingente e contingentes, respectivamente. Além disso, Levine (Levine, 1983) ressalta que a relação expressa nas sentenças de identidade física é completamente explicativa e que a relação psicofísica de identidade de tipo e a funcionalista deixam algo de fora e não explicado. Com efeito, emerge uma lacuna explicativa concernente ao papel causal da interação entre os mecanismos de excitabilidade das fibras-C e a experiência da dor. Especificamente, o que ficou sem explicação, a respeito da descoberta do disparo das fibras-C e a dor que deveria ser sentida

[106] As ditas fibras-C são axônios da raiz dorsal da espinha que constitui um aferente primário que funciona como mecanismo responsável pela transdução da dor e da temperatura, ascendentemente, até núcleos talâmicos (ventral posterior), constituindo o tracto espinotalâmico. Tais axônios são desmielinizados e transmitem a informação, via um potencial de ação, do corpo ao cérebro mais lentamente. Este tipo de dor é chamado de secundária e é a dor que demora mais para ser sentida e tem um efeito contínuo (Kandel et al., 488-95).

dessa maneira é que não há explicação sobre o disparo das fibras-C dizer algo sobre as propriedades fenomenais da sensação de dor (Levine, 2002).

5.1.4.1. Resposta

Primeiramente, a indagação quanto aos modelos que se ocupam das questões descritiva e explicativa da consciência serem descrições parciais de um fenômeno complexo, o qual deve ser investigado sob diversos ângulos, e não apenas se privilegiando um, como o nível neuronal ou cognitivo (Nagel, 1974; Jackson, 1982; Searle;1993; Block, 1995; Chalmers, 1996) não se aplicaria à abordagem da questão funcional da consciência se ela evitar muitos desses problemas ao considerar o vínculo com a cognição (Dehaene et al., 1998; Baars & Franklin, 2011; Cohen & Dennett, 2011) e a linguagem (Hauser et al., 2002; Pinker, 2010) sem precisar recorrer ao *self* (Ledoux, 2021). Isso ocorre, porque a hipótese de trabalho não adentra sobre à estrutura fenomenal, caráter qualitativo, subjetividade, sujeito das experiências, intencionalidade, fluxo da consciência, perspectivas de primeira e terceira pessoa, ou ainda, estados qualitativos, fenomenais, "*what it is like*" e assim por diante. Todas estas questões dizem respeito ao problema descritivo que visa apresentar as propriedades da consciência. Assim, esse não é um trabalho sobre as propriedades da consciência, como também, não aborda questões epistemológicas concernentes à divisão problema fácil/difícil da consciência, lacuna explicativa, modelos reducionistas e não-reducionistas e, por fim, os requisitos para o sucesso explicativo dos modelos (Van Gulick, 2012; Van Gulick; 2014). Diferentemente, a questão da hipótese de trabalho é como a consciência evoluiu, para que ela serve e se faz diferença na vida dos organismos que apossuem.

Secundariamente, se deve ressaltar que, desse modo, ao não postular as propriedades intrínsecas, privadas e inefáveis das vivências conscientes (LEVINE, 1983; CHALMERS, 1996), o modelo explicativo é ascendente e não descendente. Desse modo, ao investigar a emergência da consciência numa perspectiva evolucionista, se indagou sobre os blocos construtores da consciência, ao longo de milhares de anos, e como eles se juntaram e produziram esse processo emergente que é o mecanismo consciente (Edelman, 1992; Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Graziano, 2019; Ledoux, 2019).

Durante o texto, foi um movimento salutar inquerir por faculdades altamente complexas e relevantes aos organismos como as expressões emocionais e a cognição, os sistemas de comunicação avançados e a linguagem e como essas faculdades se relacionaram entre si para permitir a consciência e como a consciência interfere nelas. Desse modo, foi de interesse ponderar sobre as formas mais rudimentares dessas faculdades e como era o ambiente, na qual, o organismo agia. O argumento seguiu pautado em pesquisas filogenéticas de diferentes contextos evolutivos, por exemplo, como no caso da memória de trabalho em primatas não-humanos e humanos até chegar as formas mais complexas, como as representações de alta-ordem. Isso é diferente dos argumentos descendentes que pressupõem as formas prontas e acabadas da consciência e progridem rumo à redução, na qual, as leis dos níveis mais básicos que descrevam o comportamento das propriedades microestruturais prevê o comportamento das estruturas macroesruturais (Churchland & Sejnowski, 1996).

Quanto à redução metodológica isso também não acontece. Ora, a metodologia experimental, por exemplo, na psicologia experimental, é reducionista se pressupor que, devido a necessidade de controlar as variáveis, a investigação correlacionará duas variáveis, por exemplo, um dado neuronal e um dado comportamental, fracionando o processo que é relacional (Kantowitz et al., 2014). Neste caso, é imperativo argumentar em resposta que a hipótese de trabalho é interdisciplinar e que o argumento foi construído sobre diferentes tipos de pesquisas e metodologias, incluindo a filosofia, a psicologia, as ciências cognitivas, assim como a neurociência e a biologia.

5.1.5. Um problema da Consciência ou Múltiplos Problemas da Consciência?

Uma objeção viável poderia ser aplicada à formulação do problema da função da consciência ao dizer que a questão funcional não poderia ser separada das questões descritiva e explicativa (Nagel, 1974; Jackson, 1982; Searle, 1993; Chalmers, 1996). Desse modo, não haveria múltiplos problemas da consciência, mas somente um problema da consciência.

Ao que parece, alguns autores (Chalmers, 1996) estão profundamente interessados em questões explicativas, por exemplo, quando se tratou da questão dos limites epistemológicos dos modelos fisicalistas, e outros (Nagel, 1974) focam em questões

descritivas, quando adentram sobre as diferenças entre as perspectivas de primeira e terceira pessoa. Além disso, há aqueles (Edelman & Tononi, 2000; Dehaene & Changeux, 2005; Damasio, 2018; Graziano, 2019) que indagam sobre as questões funcionais da consciência como sobre o poder causal, o controle flexível, a coordenação social e a integração da consciência.

Os primeiros assumem que as questões explicativa e descritiva orbitam sobre o que há de mais relevante em relação ao problema da consciência. Para eles, o grande problema da consciência é somente um, ou seja, ele depende da relação da consciência com os dados de primeira pessoa (Nagel, 1974), com os *qualia* (Jackson, 1982), com a intencionalidade e a transparência (Searle, 1993), com a estrutura fenomenal (Chalmers, 1996) e assim por diante. Em outras palavras, seria difícil falar da função da consciência sem tratar dos problemas dos constituintes da consciência geral, descrevendo sobre as propriedades que importam para a consciência e de aventar sobre o alcance das metodologias experimentais para oferecer uma explicação aceitável da emergência da consciência a partir do mundo físico.

5.1.5.1.Resposta

Dentre aqueles que abordam o problema de por que a consciência evoluiu e ao que ela serve, alguns realçam as características qualitativas e fenomenais (Edelman, 1992; Damasio, 2010; Ledoux, 2019) da consciência, bem como, o seu papel causal e como foi causada filogeneticamente. Tais abordagens adentram sobre as propriedades da consciência genérica (os estados de consciência) e (conteúdos conscientes) tentando explicar a consciência subjetiva por estratégias correlacionais ou causais. Por um lado, tais tentativas ou ofereceram um sistema neural mínimo, que não seja, por ora, suficiente para a consciência (Crick & Koch, 2003) ou se considerou uma abordagem alternativa para estudar a consciência, que se baseia na metodologia de explicações causais através de alterações em estados da consciência (Havlik et al., 2023). Essas abordagens estão preocupadas com a subjetividade e as suas implicações em alguma medida, ao menos, quando consideram os tipos de alta-ordem da consciência.

No entanto, a hipótese de trabalho não tem interesse nas formas de consciência de alta-ordem e em como a linguagem está vinculada às formas mais avançadas - exceto

como foi desenvolvido a seção 4 do atual capítulo, ou seja, num sentido evolucionário que quer dizer filogeneticamente e adaptativamente. Uma das consequências ao concentrar sobre aquilo que a consciência serve e por que ela existe é não abordar as características da consciência, particularmente, tudo o que os estados de consciência e o que compõe a criatura consciente implicam, desse modo, ignorando a estrutura fenomenal e o caráter qualitativo da consciência (Dennett, 1991; Dehaene et al., 2006; Dennett, 2016; Graziano, 2019; Hohwy & Seth, 2020). Nesse sentido, se a hipótese de trabalho fosse adentar sobre o caráter qualitativo, a estrutura fenomenal e a subjetividade, então restariam dois caminhos, primeiro, de um tipo de "realismo moderado", ao tentar explicar a correlação ou relação causal entra a consciência e o mundo físico, segundo, ao adotar alguma forma de "ilusionismo" e negar a existência (ilusionismo eliminativista) ou dizer que a consciência fenomenal é outra coisa daquilo que os julgamentos introspectivos relevam (ilusionismo não-realista) (Frankish, 2016; Kammerer, 2019).

Assim, a proposta vai no sentido contrário de uma dissociação (Lamme, 2003; Block, 2011) entre a consciência de acesso (podendo ser uma consciência cognitiva e informativa) e a consciência fenomenal (Cohen & Dennett, 2011). No entanto, o que divide o debate relevante é se a consciência fenomenal é real (Damasio, 1998) ou se é ilusório (Frankish, 2016; Kammerer, 2019).

5.1.6. Consciência de Acesso e Consciência Fenomenal

Uma forma de objetar contra a hipótese de trabalho seria arguir, como fazem Lamme (Lamme, 2004) e Block (Block, 2011), que a consciência fenomenal e a consciência de acesso são distintas e não se relacionam. Nessa perspectiva, então, a consciência fenomenal, aquela que acontece para o sujeito das experiências em um sentido particular e privado, não teria relação com a consciência de acesso, esta sim, corresponderia à cognição e ao processamento informacional. Essa questão ocorre no debate entre modelos de dissociação dupla (Lamme, 2004; Block, 2011) e singular (Dehaene & Changeux, 2005; Lau & Rosenthal, 2011), especificamente, entre a consciência e a atenção. Logo, se diria que a hipótese de trabalho é elaborada no tocante a consciência informativa e cognitiva e que não diria respeito à consciência propriamente dita. Desse modo, a ideia do processamento recorrente (Lamme, 2004; Lamme 2020) foi desfavorecida em relação à teoria do espaço neuronal (GNW) (Dehaene et al, 2006;

Dehaene et al., 2014) com base em resultados de alguns procedimentos *Change Blindness* (CB), *Inattentional Blindness* (IB) e ilusões, como o Paradigma de *Sperling*, e o suporte de evidências quanto as atividades de áreas estriatais da visão e as áreas fronto-parietais.

5.1.6.1. Resposta

Há duas maneiras que poderiam ser utilizadas para responder a possível objeção. Primeiro, dizer que este não é um problema para a hipótese de trabalho, pois ela não diz respeito a esse debate, apesar que, no capítulo 1, seção 6, este debate foi trazido no sentido de favorecer a dissociação singular e defender uma relação entre a consciência e a atenção. Efetivamente, a hipótese de trabalho pressupõe um vínculo entre a consciência e a cognição, mas as abordagens de dissociação dupla só defendem o não-vínculo entre a consciência fenomenal e a cognição, pois a cognição não poderia explicar a riqueza de fenomenologia. Assim sendo, se a hipótese de trabalho nada tiver a ver com a consciência fenomenal, então não teria que enfrentar essa objeção.

Em segundo lugar, uma forma de responder isso seria dizer que tal cisão se apoia na separação entre o problema fácil, que corresponde às questões da cognição e processamento informacional, e o problema difícil, que corresponde à fenomenologia (Cohen & Dennett, 2011). Para os autores Dennett e Cohen (Cohen & Dennett, 2011), então, as teorias dissociativas são inerentemente infalsificáveis e estão fora do âmbito da ciência, porque os estados de consciência inacessíveis estão intrinsecamente fora dos limites da investigação. Isso significa assumir que há propriedades da consciência exclusivamente teóricas sem discutir a possibilidade de não serem, como faz Chalmers (Chalmers, 1996) com a separação entre problema fácil e difícil da consciência. Tal separação é fundamentada sobre a estrutura fenomenal e o caráter qualitativo da consciência e é sobre essa dissociação que muitos autores (Block, 2011) justificam a diferença entre a consciência de acesso e fenomenal.

5.1.7. A Consciência tem realmente uma função?

Outra objeção não diz respeito ao problema e a sua formulação diretamente, mas só indiretamente. A questão central estaria sobre a resposta. Segundo essa perspectiva, o

problema seria um falso problema, pois ele não poderia ser respondido, visto que, a consciência não teria evoluído para uma função (Block, 1995; Maley & Piccinini, 2018).

Block (Block, 1995) argumentou que confundir as consciências de acesso e fenomenal tem como um dos efeitos transferir as funções que dizem respeito ao acesso para a consciência fenomenal. O raciocínio falacioso confunde a consciência de acesso, que tem relação com a cognição e está disponível para o planejamento e o raciocínio e possibilita guiar a ação. Adicionalmente, Block (Block, 1995) tentou avaliar a consciência fenomenal em casos "*blindsight*" de pacientes com lesão no córtex visual primário. Os pacientes revelam não terem visto, por exemplo, uma sucessão de flashes, contudo, os pacientes revelaram ter bons palpites sobre as características dos estímulos.

A questão é que se os pacientes são hábeis para discriminar os detalhes dos estímulos, então eles poderiam usar essa informação para guiar a ação? Para Block (Block, 1995), a consciência fenomenal é a experiência de processos internos e externos que englobam certas propriedades como a intencionalidade, os estados "*what is is like*" e a subjetividade que não podem ser confundidas com as propriedades funcionais da consciência de acesso. Segundo o argumento do transbordamento (*Overflow Argument*) (Block, 2011), aplicado em Paradigma de *Sperling* com pacientes cegos, esse foi um caso de consciência fenomenal sem consciência de acesso, revelando o quanto a consciência fenomenal pode ser mais rica que a consciência de acesso. Não obstante, as duas são confundidas quando se vincula a consciência fenomenal com a cognição e o processamento informacional. A conjunção de ambas gera um entendimento equivocado da função da consciência fenomenal, na qual, a dificuldade em definir consciência fenomenal faz com que se atribua a ela propriedades e funções que concernem às funções executivas e ao processamento informacional (Block, 1995).

De um modo diferente, Maley e Piccinini (Maley & Piccinini, 2018) argumentam que a consciência fenomenal é um subproduto, que evoluiu a partir de outro traço, ou um acidente evolutivo. Em ambos os casos, a consciência não possuiria clara função adaptativa. Nesta visão, a consciência não é explicada apelando para a sua função e se considera a consciência semelhante às muitas outras características biológicas que não são explicadas pelo seu valor adaptativo direto. Nesse sentido, a consciência não seria igual aos outros traços biológicos, como o tecido neural, que em uma microrregião espacial processa grande quantidade de informação, ou como os grandes sistemas do

cérebro que performam certas funções complexas, como as funções psicológicas de reconhecimento de faces que teriam sido selecionadas, pois confere função adaptativa aos organismos que as possuem (Maley & Piccinini, 2018).

Neste caso, se a consciência é um subproduto, então ela poderia ser contingente ou necessária. No primeiro caso, seria como as asas dos insetos que se diferenciam em tonalidades de pigmentos, sendo mais claras ou escuras, mas que não interferem na execução da função que é voar. Em contraste, a consciência é um subproduto necessário se, por uma questão de lei natural, qualquer processo físico que desempenhe certas funções cognitivas dá origem à consciência – mesmo que os próprios processos físicos sejam não-conscientes e a consciência não tenha funções próprias (Maley & Piccinini, 2018). Neste caso, a consciência fenomenal pode ser um subproduto de um certo tipo de integração de informação, desse modo, quando esse tipo de integração de informações foi selecionado, a consciência fenomenal veio junto (Maley & Piccinini, 2018).

Se a consciência é um acidente evolucionário, fixado por deriva genética, pode ser um processo que surgiu por uma mutação aleatória pontual. Neste caso, é uma mutação inofensiva que não causou prejuízo ao organismo que a possuiu e, portanto, ela não foi descartada. Sem ela, os organismos teriam todas as funções cognitivas, mas com ela, os organismos performariam as mesmas funções e teriam os mesmos desempenhos. A única diferença seria que, quando certas funções cognitivas estariam sendo executadas em conjunto, o processo consciente estaria presente (Maley & Piccinini, 2018). Neste caso, alguma mutação adaptativamente neutra (como, por exemplo, a eficiência do processamento informacional) pode ter causado o surgimento da consciência fenomenal, e mais tarde, a deriva genética aleatória pode ter feito com que a consciência fenomenal se fixasse nas populações que a possuíam (Maley & Piccinini, 2018).

5.1.7.1. Comentário

Uma maneira de responder a primeira objeção, sobre a confusão entre as consciências de acesso e fenomenal, já foi comentada em algumas respostas (Cohen & Dennett, 2011) e pode ser endereçada no sentido de dizer que a hipótese de trabalho não versa sobre a consciência fenomenal. Ora, na opinião de muitos (Nagel, 1974; Jackson, 1982; Levine, 1983; Block, 1995, Chalmers, 1996), um texto assim não seria considerado

tendo como objeto a consciência fenomenal, mas tão somente sobre a cognição, o processamento informacional e a consciência de acesso. De fato, a hipótese de trabalho não transcorre sobre os *qualias*, a estrutura fenomenal, a intencionalidade, os estados "*what it is like*" e a subjetividade, que alguns (Block, 1995), consideram como sendo as propriedades da consciência fenomenal. Desse modo, a hipótese de trabalho não recai na possibilidade de ser falaciosa como Block (Block, 1995; Block, 2011) considerou alguns modelos incorreram ao tratarem das consciências fenomenal e de acesso como sendo só uma. Por um lado, seria possível responder como fizeram Cohen e Dennett (Cohen & Dennett, 2011) e argumentar que a dissociação entre cognição e consciência que é falaciosa, pois parte do problema difícil (Chalmers, 1996) que é falso, pois separa a consciência e a cognição somente teoricamente, sem averiguar se a consciência fenomenal poderia ser experimentalmente estudada (Cohen & Dennett, 2011). Por outro lado, sustenta a dissociação entre a consciência fenomenal e de acesso sem considerar a possibilidade da primeira ser uma ilusão do usuário (Dennett, 1991).

A segunda objeção é experimental e pode ser mais dura em relação à hipótese de trabalho. O tópico de como a co-ecolução da consciência e da linguagem foi retratado no debate entre os essencialistas generativo (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al., 2014), que falaram em exaptações e *constraints* estruturais (Gabora et al., 2013), e os essencialistas adaptacionistas (Pinker & Jackendoff, 2005; Pinker, 2010), que defenderam a evolução gradual, por seleção natural e que a linguagem teve função adaptativa orientada para a comunicação. Os dois modelos pensaram em uma relação entre a estrutura e a função da linguagem. O modelo generativo (Hauser et al., 2002; Bolhuis et al., 2014), pautado em Gold e colegas (Gould & Vrba, 1982), afirma que a linguagem evoluiu como um subproduto de outras estruturas que tinham outras funções, como o raciocínio matemático e a navegação espacial. O segundo modelo (Pinker & Jackendoff, 2005; Pinker, 2010), muito influenciado pela psicologia experimental de Cosmides e colegas (Tooby & Cosmides, 1989), fala em evolução das estruturas e das funções do ponto de vista selecionista, ecológico e adaptativo. Com efeito, a função original confere vantagens aos organismos que possuem certa habilidade.

Na literatura, foi mencionado uma gama de potenciais funções da consciência que não foram abordadas aqui. A única exceção foi a relação entre a consciência e o controle cognitivo, na seção 1 do capítulo 1, na qual, foi defendido que a consciência tem um papel causal sobre a organização do organismo (Dehaene et al., 1998; Bechara et al., 2000;

Bechara et al., 2005a) apesar das críticas (Van gaal et al., 2012; Persuh et al., 2018). Ademais, outras funções da consciência foram consideradas durante as investigações filogenéticas como o papel em fornecer um esquema da própria mente e um modelo das mentes dos outros (Graziano, 2019) e a inserção do *self* numa narrativa temporal (Ledoux, 2019). Assim, nenhuma dessas funções faz alçar incompatibilidades em relação à função comunicativa sugerida, apesar de que pode ser um tema de futuras investigações.

O argumento da hipótese de trabalho foi desenvolvido para dizer que a consciência evoluiu para propósitos comunicativos e que esta, ao menos, uma de suas funções. Adicionalmente, o argumento prevê que, os organismos que possuem o mecanismo consciente noético de tipo verbal, que articula as traduções de estados internos em estados externos, tem uma vantagem adaptativa em expressar com detalhes e complexidade crescente os seus estados internos para os outros organismos que possuem o mecanismo capaz de decodificar os sinais. Além disso, isso foi sugestivo, possibilitando maior integração social, troca de conhecimentos, maior entendimento mútuo, coesão e cooperação social frente aos desafios geológicos, ecológicos e sociais que eram presentes. Nesse sentido, a hipótese de trabalho é mais próxima das abordagens evolucionárias adaptacionistas. No entanto, é preciso reconhecer que essa é uma questão empírica e que mais evidências e argumentos são necessários para saber se a consciência possui alguma função que seja relevante para o organismo que a possui.

5.2. Alcance e Limitações

5.2.1. Sobre o objetivo da hipótese de trabalho

Neste caso é preciso destacar que esse texto procurou fornecer uma definição conceitual para a consciência que, talvez, no futuro possa servir como definição operacional útil para explicar e interpretar como o mecanismo consciente evoluiu. Nesse sentido, essa não é uma proposta acabada. Há muitas interfaces da hipótese de trabalho que precisam ser trabalhadas como, por exemplo, a relação entre a codificação neural, o processamento informacional unimodal e heteromodal e as representações mentais subjacentes à codificação simbólica, que é comentado na próxima seção.

O que a hipótese de trabalho (CLEC) fez foi procurar retratar como os animais humanos e não-humanos, numa perspectiva filogenética (que foi mais detalhada nos capítulos 2 e 3), evoluíram como sistemas biológicos dinâmicos e como certas estruturas e funções a respeito da co-evolução da consciência e da linguagem surgiram enquanto produtos de processos evolucionários (Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019).

Desse modo, em geral, se procurou tão somente propor um modelo conceitual de consciência, típico da pesquisa de base, que possa possibilitar os esclarecimentos e uma ampliação do entendimento sobre o problema funcional da consciência futuramente. No entanto, há presente a noção de que esse é um trabalho construtivo e que mais implicações da hipótese de trabalho terão de ser desenvolvidas, algumas das quais, são comentadas na seção subsequente. Assim, é possível ver a diferença entre o que a hipótese de trabalho procura referir, o que ela propôs fazer, e quais previsões ela não procura fazer dentro do atual estágio de desenvolvimento, delineando os seus limites e alcance atuais.

5.2.2. O estado arte da pesquisa em neurofilosofia da consciência?

Quanto ao sucesso explicativo dos modelos acerca do objetivo de procurarem explicar causalmente e predizer como os estados conscientes surgiram ao longo da evolução (Feinberg & Mallatt, 2016; Dennett, 2017; Damasio, 2018; Ledoux, 2019; Graziano, 2019), o *diagnóstico é que não se está tão adiantado no desenvolvimento de modelos plausíveis, mas não tão atrasado como muitos críticos e investigadores imaginam* (Feinberg & Mallatt, 2016; Graziano, 2019). Em balanço geral, *os EMs estão numa fase científica inicial, pré-paradigmática, de brainstorming, na formulação de hipóteses, elaboração de definições conceituais, construção de modelos e aproximações iniciais*.

As pesquisas experimentais da consciência se dividem em duas categoriais. De um lado, as pesquisas correlacionais sobre a consciência particular, em sua maioria as pesquisas sobre os conteúdos da consciência, e as pesquisas causais sobre a consciência genérica, que indaga sobre os estados da consciência. Do outro lado, as pesquisas filogenéticas que se destacam por pesquisas comparativas tentando encontrar as homologias e as diferenças entre as diferentes espécies (Boly et al., 2013). Apesar que no

texto foram trazidas muitas pesquisas, principalmente, as pesquisas correlacionais e sobre a consciência particular, o objeto central do texto é a pesquisa filogenética.

Decerto, se um dos objetivos dos modelos evolucionistas for, como é para os modelos causais, procurar explicar causalmente e predizer como os estados conscientes surgem a partir do substrato neural, então, até o momento, não existe um *modelo ou teoria que explique causalmente e prediga como os estados conscientes podem ocorrer em termos de explicações de como os estados neurais causam os estados conscientes* (Boly et al., 2013). Isso é reforçado pela apuração que o cérebro é uma estrutura altamente complexa, com diversos níveis de organização. Por ora, as neurociências estão dedicadas aos estudos sobre os conteúdos dos estados conscientes, e avançaram especulativamente sobre os dispositivos necessários para a sua evolução (Frith et al., 1999; Frith, 2019). Em uma palavra, um ponto chave da investigação será se a reconstrução de como a consciência emergiu na história das espécies implicará conferir propriedades fenomenais e qualitativas à consciência completamente distintas da base neural (isto é, o carbono) organizada de animais humanos e não-humanos (Churchland, 2013).

Apesar dessa limitação, os modelos correlacionais serviram de ponto de partida adequado e descrevem alguns dos mecanismos neurobiológicos específicos localizados em níveis mais básicos (Crick & Koch, 2003). Ademais, além do interesse dos EMs com modelos neuronais, é imperativo notar que os EMs não são dissociativos entre a função e a cognição, de um lado, e a consciência fenomenal, de outro (Cohen & Dennett, 2011), visto que, o contato e a flutuação entre as categorias de acesso e fenômeno da consciência são inevitáveis, justamente, quando se fala em *self* (Block, 1995; Chalmers, 1996).

Outra peculiaridade dos EMs é que eles convergem com as explicações cognitivistas para a função da consciência, pois recorre aos processamentos informacionais modulares, em rede e global e presume haver uma arquitetura cognitiva em jogo (Dehaene et al., 2006). Assim como os modelos cognitivistas, os EMs assumem que a consciência está correlacionada aos processos físico-químicos (Feinberg & Mallat, 2013; Damasio, 2018; Graziano, 2019; Ledoux, 2019). Entretanto, ambos os modelos não aventam responder acerca da conexão entre os processos físico-químicos e os tipos de codificação neural e informacional. Em outras palavras, aqui carece de uma explicação não somente como a informação está relacionada com a consciência fenomenal, mas

também como a sinalização neuronal eletroquímica carrega a informação (Van Gulick, 2012).

Sobre as respostas disponibilizadas concernentes às funções da consciência, elas variaram desde o controle descendente dos comportamentos automáticos para a tomada de decisão (Damasio, 2010), da atenção mental interna e um esquema das mentes dos outros (Graziano, 2022) até a inserção do *self* numa narrativa temporal e a capacidade de cartografar o comportamento dos outros para a vida social (Ledoux, 2020). Dessa maneira, para os EMs, a consciência pode possuir mais de uma função, na qual, cada função teve um papel relevante para ao organismo em períodos evolucionários distintos e as mais ancestrais foram mantidas sendo ainda relevantes e servindo de degrau evolutivo para a aquisição de outras funções mais complexas (Feinberg & Mallat, 2013; Dennett, 2017; Graziano, 2019; Ledoux, 2019). No entanto, os EMs divergem entre as posições mais próximas ao gradualismo evolutivo com base na seleção natural e adaptação, de um lado, e a evolução saltatória que pressupõe que *constraints* e exaptações operam na relação entre as estruturas e as funções, de outro lado (Pennisi & Falzone, 2014).

Os modelos, apresentados nas seções anteriores, tentam explicar de modo ascendente (*bottom-up*) como a consciência emergiu na evolução da vida com base na organização neuronal, cognitiva, representacional, linguística, afetiva e nos diversos comportamentos dos organismos imersos num contexto ecológico e social. A indagação visa explicitar por que o evento da origem da consciência é relevante para o organismo que a possui e como isso fez diferença para a sua adaptação (Damasio, 2018; Ledoux, 2021; Graziano, 2022).

À vista disso, no que concerne ao debate se os modelos da consciência (não só os EMs) estão avançados no desenvolvimento de ferramentas plausíveis (Graziano et al., 2020) ou se predomina uma perspectiva mais cautelosa e aberta à inter/multidisciplinaridade (Pereira Jr., 2018), *é salutar dizer que não se está tão adiantado no desenvolvimento de modelos plausíveis, mas não tão atrasados como é considerado pelos críticos e por investigadores rivais* (Seth & Bayne, 2022). *Portanto, como foi dito na abertura desta subseção, os EMs estão numa fase inicial e prévia ao surgimento de um paradigma, ou seja, numa fase de brainstorming em que se formulam as hipóteses, se elaboram as definições conceituais, se constroem os modelos e se aventam as aproximações iniciais.*

Seção 6

Apêndice

Perspectivas Futuras: Fenômenos Paralelos e Potenciais Predições

6.1. Fenômenos Paralelos

- Evolução da Empatia
- Desenvolvimento da expressão das emoções.
- Relacionado às células-espelho?
- Codificação Neuronal
- Processamento Informacional
- Representações Mentais

6.1.1. Empatia, Expressões Emocionais e Células Espelho

6.1.1. Empatia: segundo a Neurociência Cognitiva e Social (Singer & Leiber, 2009)

De modo geral, a empatia é definida como uma atitude em relação à outra pessoa ou a avaliação da situação em contexto social que se distingue de conceitos relacionados como a mentalização [a], o contágio emocional [b], a simpatia [c] e a preocupação empática [d]:

(a) a presença de um estado afetivo em nós mesmos;

(b) um isomorfismo entre o nosso próprio estado afetivo e o de outra pessoa;

(c) a elicitação de nosso estado afetivo mediante a observação ou a imaginação do estado afetivo de outra pessoa;

(d) o conhecimento de que o estado afetivo de outra pessoa é a fonte de nosso próprio estado afetivo.

A: *O primeiro aspecto diferencia a empatia da mentalização:* o termo mentalizar refere-se ao desenho de inferências sobre os estados mentais de outras pessoas, incluindo os seus estados afetivos, mas não significa o envolvimento emocional. Em contraste, a empatia (ou seja, o compartilhamento das emoções de outras pessoas) implica, de fato, o envolvimento emocional.

B: *O último aspecto da definição diz respeito à distinção entre a empatia e o contágio emocional*: o termo contágio emocional refere-se à tendência de imitar e sincronizar automaticamente as expressões faciais, vocalizações, posturas e movimentos com outra pessoa e, com efeito, convergir emocionalmente. Isso tem sido visto como um importante precursor da empatia que já está presente nos bebês. Em contraste com a empatia, não há distinção entre o eu e o outro no contágio emocional, pois, a pessoa não está ciente de que a emoção que está tendo foi provocada por outro.

C: *O terceiro caso diferencia a empatia de simpatia*: a empatia envolve o compartilhamento das emoções de outra pessoa, enquanto a simpatia implica um sentimento resposta que é congruente com as emoções da outra pessoa, mas não necessariamente isomórficas.

D: *O último caso envolve a diferença entre a empatia e a preocupação empática*: Esta quarta definição afirma que a empatia é provocada não apenas pela observação da demonstração de emoção de outra pessoa, mas também pela imaginação da emoção de outra pessoa (ou seja, colocando-se no lugar de outra pessoa).

Em síntese, para uma típica abordagem em Neurociência Cognitiva e Social, a empatia compartilha algumas características com os conceitos como mentalização, simpatia e contágio emocional, mas só a co-ocorrência dos fatores acima mencionados torna uma experiência afetiva uma instância de empatia.

- **A empatia segundo a literatura psicológica** (Zahavi, 2017):

A Empatia compreende:

1. Um compartilhamento de estados mentais, em que compartilhar significa que o "empatizador" e o alvo devem ter aproximadamente o mesmo tipo de estado mental;

2. Um compartilhamento, mas também um conhecimento. Então deve haver uma correspondência entre o estado mental do "empatizador" e do alvo, mas também deve atribuir cognitivamente o estado mental ao alvo. Na medida em que a empatia requer alguma compreensão cognitiva e alguma diferenciação entre si e os outros, a simulação de baixo nível como mimetismo e o contágio são insuficientes para a empatia;

3. Uma dimensão cognitiva e não um compartilhamento. A empatia se refere a qualquer processo por meio do qual alguém venha a conhecer o estado mental do outro num processo menos teórico ou inferencial.

- Se a empatia é suposta poder ser definida distintamente, se é suposta que constitui um tipo distinto de compreensão intersubjetiva, em vez de simplesmente entrar em contágio emocional ou leitura mental padrão, parece aconselhável ficar longe das definições 1 e 3. Assim, se aceitaria a definição 2 ou haveria uma outra opção ou abandonar o projeto de uma definição terminológica?
- Dado o quão técnico é o termo "empatia" e quão recentemente o termo foi cunhado e introduzido no debate científico, não parece promissor apelar para o uso comum ao tentar chegar a uma definição satisfatória.

- **A Empatia entre dois modelos: Teoria-Teoria/Teoria-Simulação**

Nos últimos anos, grande parte da discussão sobre a natureza da cognição social ocorreu no âmbito do chamado debate da teoria da mente. A expressão "teoria da mente" é geralmente usada como uma abreviatura para a capacidade em animais humanos e não-humanos de atribuir estados mentais a si mesmos e aos outros e de interpretar, prever e explicar o comportamento em termos de estados mentais, como as intenções, as crenças e os desejos. Embora tenha sido originalmente assumido que foi a posse e o uso de um tipo de teoria que proporcionou ao indivíduo a capacidade de atribuir estados mentais, o debate contemporâneo está dividido entre, de um lado, a teoria-teoria da mente e, do outro, a teoria da simulação da mente (Zahavi, 2010).

- **Teoria da Mente/Teoria-Teoria -T.T.-** (Baron-Cohen & Wheelwright, 2004)

Os teóricos da teoria estão basicamente divididos quanto à questão de saber se a teoria em questão é inata e modularizada ou se é adquirida da mesma maneira que as teorias científicas comuns. Nesta proposta, argumenta-se que a compreensão dos outros envolve principalmente os processos intelectuais separados, movendo-se por inferência de uma crença para a outra.

De modo geral, entretanto, TT sustenta que a compreensão dos seres com mente (seja de si mesmo ou de outros) é de natureza teórica, inferencial e quase científica. Baron-Cohen e Wheelwright (Baron-Cohen & Wheelwright, 2004) veem a atribuição de estados mentais como uma questão de inferência para a melhor explicação e previsão de dados comportamentais e argumenta que os estados mentais são entidades inobserváveis e teoricamente postuladas. Consequentemente, nega que tem-se qualquer experiência direta de tais estados.

- **Como uma Teoria da Mente é construída?**

Note-se que a TT defende uma dupla tese: (1) que a compreensão dos outros é de natureza inferencial; (2) e que a própria experiência é teoricamente mediada.

Consequentemente, há cinco pressupostos centrais para a TT:

1. Ver (observar o comportamento dos outros em relação às dicas ambientais) leva a saber (a referência aos estados mentais e a instância teórica);
2. Uma Teoria da Mente (ToM) é a capacidade de aplicar a compreensão das crenças ao contexto das emoções (as causas por situações ambientais e por estados mentais –desejos, crenças e etc-) para fazer previsões;
3. Um terceiro aspecto da construção de uma ToM é a compreensão que o cérebro é um órgão com funções mentais (o entendimento que o cérebro e o corpo estão envolvidos com a função comportamental e mental);
4. Outro constituinte de uma ToM é a distinção ontológica entre as entidades mentais e físicas (a compreensão de narrativas e julgamentos sobre pessoas e objetos físicos e representações deles).
5. A ToM implicaria saber a distinção entra a aparência e a realidade (distinguir entre os objetos de aparência real ou falsos). Assim, distingue-se entre a crença inicial - *perception-based* - a crença baseada, e o conhecimento atual sobre os objetos em relação aos objetos e ao comportamento.

Desse modo, para a TT, esses cinco pressupostos são parte do desenvolvimento maior do conhecimento consciente sobre a própria e as outras mentes.

- **Teoria da Simulação –TS-** (Goldman & Sripada, 2005)

A TS da mente nega que a compreensão dos outros seja principalmente teórica por natureza e afirma que, ao contrário, usa-se a própria mente como modelo para compreender a mente dos outros. Quanto aos simulacionistas, alguns afirmam que a simulação em questão envolve o exercício de imaginação consciente e da inferência deliberativa (Goldman & Sripada, 2005), alguns insistem que a simulação embora explícita é de natureza não-inferencial (De Vignemont & Singer, 2006), e finalmente, há aqueles que argumentam que a simulação, em vez de ser explícita e consciente, é implícita e subpessoal (Gallese, 2001; Gallese et al., 2004).

A TS argumenta que a compreensão dos outros explora os próprios recursos motivacionais e emocionais. Assim, em contraste com os teóricos da teoria, os simulacionistas negariam que o que está na raiz das habilidades de mentalização (leitura da mente) seja uma espécie de teoria. Na visão deles, não se possui tal teoria ou pelo menos nenhuma completa o suficiente para sustentar toda a competência com as noções psicológicas.

A TS é baseada em alguns pontos (Goldman & Sripada, 2005):

1. Modelos de Simulação de Espelhamento interpessoal e leitura de mente de baixo/alto nível – projeção;
2. Esta tese diz que as pessoas "frequentemente" usam simulações mentais para responder às perguntas de leitura mental – MR - (de 2ª e 3ª pessoas, mas também *self-reading*);
3. Aquele que lê mentes, ao simular, ele faz uso especial de sua própria mente ao atribuir estados mentais às outras pessoas;
4. Para a ST, a MR toma sua própria *m*-decisão - uma decisão que ocorre no modo de simulação - e atribui esse tipo de estado ao alvo, logo, a MR toma os seus próprios estados de primeira ordem (fingir) e o imputa (como um estado genuíno) ao alvo;

5. O espelhamento ("*mirroring*") é um componente da MR (e inclui estudos em primatas, o que é difícil para a TT);

Em um experimento de "Tarefa de Atribuição de Terceira Pessoa", no caso de "Simulação de Leitura de Mente de Baixo-Nível" (Jackson et al, 2005), aos participantes, era pedido para assistirem às representações de mãos e pés em condições dolorosas ou neutras e, depois, foram solicitados a avaliar a intensidade da dor que achavam que a pessoa mostrada na foto sentiria. Para o resultado desse experimento era importante observar as outras pessoas em situações de indução de dor, desencadeadas pela parte da rede neural conhecida por estar envolvida no processamento da própria dor. Isso confirmaria o processo de espelhamento para dor se as várias regiões do cérebro envolvidas - ínsula anterior bilateral (AI_B), córtex cingulado anterior rostral ($_R$ACC), tronco cerebral, o cerebelo e o tálamo - foram ativadas quando os indivíduos receberam estímulos de dor e quando receberam um sinal de que um sujeito conhecido (cenário pessoal) sentiu alguma dor.

Contudo, o mais importante para o presente ponto, é que havia uma forte correlação entre as classificações (ou atribuições) da intensidade da dor e o nível de atividade dentro do ACC posterior (área 24 de Broadmann), a parte crucial da rede para o processamento da dor (perceopção e supressão da dor). Isso está correlacionado com a ideia de um sentimento induzido pelo espelho, ou ressonante, que pode servir como base causal de uma leitura da mente em terceira pessoa, pois ACC dorsal ($_D$ACC) teria papel também na avaliação social e na consciência (a consciência emocional está associada ao reconhecimento de pistas ou alvos emocionais, o que é refletido pela ativação do ACC (Jackson et al, 2005).

Além disso, Gallese e colegas (Gallese et al., 2004) publicaram uma abordagem mais teórica e conceitual caracterizando os "sistemas espelho" como fornecendo um tipo distinto de "compreensão social" que não requer elementos "conceituais". Nesse artigo, eles se restringem à questão de como o significado de uma ação é compreendido, porém, não como a intenção de um agente é capturada.

6.1.1.1. A Base Neurocientífica da Empatia (Gallese, 2004; Rizzolatti, G.; Craighero, 2004):

Os estudos focam na ativação dos neurônios-espelho (MN) e tentam explicar os processos básicos da empatia. Ao isolar esses neurônios-espelho e medir a base neural para a “leitura da mente humana” e as “habilidades de compartilhamento de emoções”, tenta-se encontrar uma explicação para as reações emocionais como a empatia.

Os resultados em pesquisas neurocientíficas sugerem que os MNs desempenham um papel importante no reconhecimento dos estados emocionais de outra pessoa e na compreensão do direcionamento ao objetivo de seu comportamento entendidas como fornecendo evidências empíricas para a ideia de empatia como uma “imitação interior” (Galesse, 2004). Assim, o chamado “*Mirror Mechanism*” (MM) (Rizzolatti, G.; Craighero, 2004) permite aos indivíduos compreender o significado das ações realizadas por outros, as suas intenções e as suas emoções, por meio da ativação de representações internas que codificam as ações e as emoções observadas.

O MM, para as ações desprovidas de conteúdo emocional, está localizado nos circuitos corticais parieto-frontais. Esses circuitos tornam-se ativos quando as pessoas executam uma ação e quando se observa outro indivíduo fazendo a mesma ação. Assim, a sua atividade permite ao observador entender o “o quê” de uma ação. Se penar em ações possuindo conteúdos emocionais, então o MM está localizado em outros centros, como a ínsula anterior, permitindo ao observador compreender as emoções dos outros. Em suma, essa é uma organização “encadeada” de atos motores e o MM que permitem ao observador compreender a intenção por trás de uma ação (o “porquê” de uma ação) ao observar o primeiro ato motor de uma ação.

O termo "neurônio espelho" referem-se ao fato de que há uma sobreposição significativa entre as áreas neurais de excitação que fundamentam a observação da ação de outra pessoa e as áreas que são estimuladas quando se executa a mesma ação. Uma sobreposição semelhante entre as áreas neurais de excitação também foi estabelecida para o reconhecimento da emoção de outra pessoa com base em sua expressão facial e a experiência da emoção (Gallese et al., 2004; Adolphs, 2013).

Desse modo, alguns (Galese & Goldman, 1998) falam de MM como a origem da emergência da empatia, um tipo de estado que tem menos associação com a classificação ou conceituação mental (embora conota uma "direção" do eu em relação ao outro). Assim, o modelo de Galesse (Gallese, 2001) parte de um ponto neurobiológico para analisar as ações (relacionais) entendendo como são representadas e compreendidas por outros. Para

tanto, a tese é que a agência desempenha um papel importante no estabelecimento de vínculos significativos entre os indivíduos, permitindo-lhes um mecanismo de simulação direto, automático, não predicativo e não inferencial, por meio do qual, o observador pode reconhecer e compreender o comportamento dos outros. Tal mecanismo de correspondência neural é constituído por neurônios-espelho e é crucial para estabelecer um vínculo empático entre os diferentes indivíduos, pois os níveis subpessoal (substrato neural), funcional (rotinas de simulações, "*as if*") e fenomenológico (o senso de similaridade que permite compartilhar estados afetivos experienciados numa mesma comunidade social de pessoas) estariam entrelaçados.

Uma vez que o encontro face a face (co-presencial) entre as pessoas é a situação primária dentro da qual os seres humanos se reconhecem como organismos com mente e atribuem os estados mentais às outras pessoas, o sistema de neurônios-espelho tem sido interpretado como desempenhando um papel causalmente central no estabelecimento de relações intersubjetivas entre os organismos com mente. Por isso mesmo, Gallese (Gallese, 2001; Gallese et al., 2004) pensa os neurônios-espelho como constituindo o correlato inicial da "multiplicidade compartilhada de intersubjetividade".

A proposta dele (Gallese, 2001; Gallese et al., 2004) é interpretar a atividade motora dos neurônios-espelho em termos de uma cópia de eferência do sinal do programa motor. Uma vez que as características do objeto a ser apreendido são especificadas e "traduzidas" pelos ditos "neurônios canônicos"[107], uma cópia desse sinal é alimentada para os neurônios-espelho. Este sinal atuaria como uma espécie de "simulador" da ação programada. Esta simulação da ação é utilizada para prever as suas consequências, possibilitando assim a obtenção de uma melhor estratégia de controle.

Por fim, a capacidade de prever e explicar as ações dos outros é considerada como uma dependência crucial da capacidade das pessoas se projetarem imaginativamente em sua situação (Gallese & Goldman, 1998). Isso permite a habilidade da empatia englobar as funções de leitura mental tanto em casos que elicitam o medo e procura por objetos, como em contextos sociais e demais tarefas de mentalização, exceto os casos em que a dor pode ser modulada por fatores contextuais, social e moral. Assim, essa interpretação

[107] Uma classe de neurônios do córtex pré-motor F5-F1 que são ativados durante a execução de movimentos relacionados ao objetivo, como agarrar, segurar e manipular objetos, no programa motor mais adequado, permitindo que uma ação bem-sucedida seja produzida.

dos neurônios-espelho depende crucialmente da suposição de que a função primária dos neurônios-espelho consiste em prover uma compreensão cognitiva das ações e emoções de outra pessoa (Galese et al., 2004).

6.1.2. Codificação Neural, Processamento Informacional, Representações Internas

Esta subseção é destinada a tratar de três temas importantes para a hipótese de trabalho, a saber, a codificação neural, o processamento informacional e as representações internas. Em síntese, o cérebro é visto como a parte do corpo que processa os dados sensoriais recebidos e armazena as informações. Os dados sensoriais chegam de sensores que coletam as informações relativas ao estado do corpo e à existência de objetos externos. Quando considerados necessários, os comandos são emitidos a fim de alterar os estados internos do corpo ou de atuação no mundo externo. A codificação primária concerne à toda essa coleta de dados, processamento de informações e ao comando de uma ação. Adicionalmente, a codificação primária é considerada aqui como sendo processamento não-consciente. No nível mais elementar, como aquele que é desempenhado em contextos neurais que suportam o aprendizado associativo básico, as informações são codificadas distributivamente dentro do sistema e as representações não se restringem a nenhum papel, exceto a conveniência interna. Todos os mapas mentais, por exemplo, são apenas para uso interno e não há necessidade de integração entre as diferentes modalidades sensoriais (já que não há sentido em transferir informações de um lugar para outro dentro do mesmo sistema). Aqui, ficou inequívoco a relação entre a codificação primária e as representações internas. As representações mentais e a codificação são relacionadas se for considerar que as representações mentais, tanto não-conscientes quanto conscientes, podem ser, mas não se restringem, aos mapas isomórficos aos objetos do ambiente que são representados, neste caso, por exemplo, um estímulo visual pode ser representado topologicamente nas áreas visuais primárias, bem como representado esparsamente regiões cerebrais mais amplas, da mesma forma, a noção de um objeto, como uma deliciosa maçã vermelha, pode ser representada pela ativação de um grupo de células especializadas multimodais ou pela ativação de vários núcleos neuronais distribuídos por todo o cérebro. Assim sendo, a representação interna que

unifica todas as características do objeto representado depende de um tipo de codificação posterior, isto é, multimodal e paralela.

6.1.2.1. Processamento Informacional

A razão de descrever algumas noções de computação e de processamento de informação, seria para poder avançar para o passo posterior (na subseção seguinte) e admitir que a cognição envolve o processamento de informação, mas que o processamento de informação não necessariamente envolve a computação (Piccinini & Scarantino, 2010). Isso quer dizer que, a codificação primária das informações refere à codificação neuronal (Johnson, 2001) e não necessariamente à computação analógica/digital ou semântica (Piccinini & Scarantino, 2010): apesar que isso não é objetivo deste trabalho, a questão de como a informação é transformada e representada e como ela é relacionada com o estímulo sensorial coloca, ao menos, duas dificuldades, a saber, como a atividade neural está relacionada ao estímulo que ela evoca e como a informação é codificada. Desse modo, se associar a codificação da informação com codificação neuronal e dissociar singularmente a codificação da informação e a computação, então, aqui, cabem algumas breves notas, primeiro, sobre a computação e o processamento de informação (Piccinini & Scarantino, 2010) e depois, o que é codificação neuronal, especificamente, sobre a relação hipotética entre o estímulo e as respostas neuronais individuais ou do conjunto e a relação entre a atividade elétrica dos neurônios do conjunto (Johnson, 2001).

- **A Informação em Sentido Natural**

As instâncias de processamento de informação podem diferir entre tipo de informação e tipo de processamento envolvidos, ainda que, aqui a referência é ao processamento natural de informação e a sua não-correspondência forçosa às noções de computação digital e genérica (Piccinini & Scarantino, 2010). Apesar que o processamento de informação possui um sentido amplo, evidentemente, assim como no caso do conceito de computação, não há necessidade de discorrer sobre cada tipo de processamento de informação. No sentido mais amplo, a produção de informação depende da redução da incerteza (Piccinini & Scarantino, 2010; Piccinini & Scarantino,

2011). Por sua vez, já a incerteza pode ser abordada como uma propriedade dependente da mente (por exemplo, sobre as crenças de resultados futuros) ou como uma propriedade independente da mente (por exemplo, a incerteza quanto ao comportamento de um fenômeno físico em relação ao tempo). Qualquer que seja o caso da noção de incerteza, é possível pensar em sinais, tal como a fumaça da floresta, as pegadas na areia, os sinais de alarme, as palavras, enquanto informação capaz de reduzir a incerteza, dentre as quais, a Teoria Matemática da Comunicação (MTC) de Shannon e Weaver (Shannon & Weaver, 1964) inicialmente preconizaram (Gonzalez et al., 2004).

O que despertou o interesse de Dretske (Dretske, 1988; Dretske, 2008) na MTC de (Shannon & Weaver, 1964) foi principalmente o fato deles tratarem a informação como objetiva e física. Isso está na fundamentação do Processamento Natural de Informação (NIP). Ora, claro que Drestke (Dretske, 1988) alargou o debate envolvendo outros tópicos, sobretudo, com o intuito de usar isso para a naturalização do conteúdo intencional e dos aspectos semânticos da comunicação. Ao mesmo tempo, Dretske (Dretske, 1988), introduz o conceito de representação que possui natureza intencional e propriedades funcionais, mas adiciona outros "*constraints*" para entender este conceito como facilitador da transmissão de informação natural com conteúdo semântico (Chediak, 2017). Ao considerar os aspectos semânticos da informação, a teoria da informação de Dretske (Dretske, 2008) sugeriu que a informação é um objeto capaz de produzir conhecimento e que, ao mesmo tempo que o conhecimento implica verdade, a informação pode ser considerada natural[108]. A informação é algo estritamente relacionado ao que os sinais naturais e os indicadores fornecem (Dretske, 2008), portanto, ela depende de critérios probabilísticos e de regularidades nômicas (Piccinini & Scarantino, 2010).

Sem embargo, as regularidades nômicas são um critério limitado, visto não explicarem a ocorrência natural de "*misinformation*", visto não haver uma lei natural que garanta que apenas as informações verdadeiras existam (Millikan, 2001). Para tentar corrigir este problema, Dretske (Dretske, 2008) considera as propriedades funcionais da

[108] As relações informacionais se tornam cognitivas quando são usadas/processadas por organismos/sistemas por meio de representações. Uma representação, na filosofia de Dretske (1988), é uma estrutura física que coo-varia com algum aspecto do ambiente que circunda o organismo/sistema. No organismo/sistema, a representação desempenha função de guia do comportamento de modo a propiciar uma ação adaptativa. As representações também possuem conteúdo que pode estar sujeito à correção se for falso (*misrepresentation*) demandando recurso ao papel funcional para explicar. A habilidade de explorar garante a capacidade de manipular a informação disponível no meio em vista de vantagens evolutivas (Dretske, 1988).

representação propondo que ela possa ter uma relação causal com a ação que a requereu e que o conteúdo representacional seja independente do seu veículo. A segunda estratégia é identificar a conexão física entre os sinais informativos e os estados de coisas sobre os quais eles tratam com uma conexão contrafactual (Cohen & Meskin, 2006). Sob essa visão, o que é necessário para que a fumaça carregue as informações sobre o fogo e não sobre não-fogo é a constatação de que se o fogo não tivesse ocorrido, a fumaça não teria ocorrido (Cohen & Meskin, 2006).

- **Computação Digital e Genérica**

Os autores (Piccinini & Scarantino, 2010) oferecem uma definição do termo computação bem abrangente ao sugerir dois critérios relevantes para debate: 1) uma noção de computação que inclua os muitos procedimentos considerados computacionais; 2) uma noção de veículo de computação que requeira ou não o processamento de propriedades semânticas.

O primeiro caso considerado é sobre a noção de computação digital (DC). A DC não exige que os veículos de computação ofereçam suporte, ou seja, que eles transmitem a informação natural sobre o ambiente em que eles estejam inseridos, apesar que isto é o que os teóricos da cognição estão mais interessados e um dos eixos da hipótese de trabalho. Uma ideia comum defendida (Piccinini & Scarantino, 2010) é que a DC pode ou não implicar em NIP, dependendo da noção de computação envolvida. Considerando que um tipo de DC é determinístico, em outras palavras, que uma computação determinística irá prever uma correlação nômica entre os estados iniciais e finais, no sentido que, os estados computacionais iniciais devem causar os estados computacionais finais, então, neste sentido, a DC pode implicar processamento de informação natural (NIP), ao passo que, se considerar DC como NIP, então a NIP não será sobre o ambiente externo do organismo. Desse modo, o argumento é que DC não necessariamente é NIP (Piccinini & Scarantino, 2011).

Se a informação natural for virtualmente universal, sendo fácil achar as subscrições nomicamente entre as variáveis físicas, então seria de esperar que os dígitos (os veículos da computação digital), numa computação digital, poderiam transmitir a informação natural sobre as fontes, como os estímulos ambientais e responder apropriadamente (Piccinini, 2007). Além disso, eles poderiam carregar informação

natural sobre as fontes cognitivamente interessantes, no entanto, é patente salientar que há um forte limitador, pois, a DC não gera processamento de informação natural (Piccinini, 2007). Assim sendo, ao que parece, transmitir informação natural sobre o sistema e o ambiente do sistema é diferente que gerar informação natural através de transformações (Piccinini, 2007). Isso é importante notar, pois o ponto é que a DC não implica NIP necessariamente: a DC pode ou não constituir o NIP, pois os dígitos não necessariamente precisam estar nomicamente correlacionados com algo no ambiente do sistema para uma computação digital. Se transmitir a informação natural através de dígitos fosse o mesmo que gerar informação natural, então um sistema, por exemplo, como um carro, poderia performar assim, não obstante, o NIP parece admitir alguma correlação probabilística (Millikan, 2004), nômica (Fodor, 1981) ou contrafactual (Cohen & Meskin, 2006) com o evento.

A indagação inversa parece conduzir ao mesmo cenário: quanto à afirmação inversa de que o NIP deve ser realizado por meio de DC, novamente, pode ou não ser, pois depende se a informação natural é codificada digitalmente e como ela é processada (Piccinini & Scarantino, 2011). A informação natural pode ser codificada por variáveis contínuas, que não são os veículos da DC, mas se for codificado por dígitos, então o processamento de tais dígitos pode consistir em algo diferente da DC, por exemplo, como na conversão de sinais digitais em analógicos. Em ambos os casos, as informações não naturais são processadas, mas não por meio de computação digital (Piccinini & Scarantino, 2011). Portanto, primeiro, os veículos de computação digital não precisam transportar informações naturais e, em segundo lugar, o processamento de informações naturais não precisa ser realizado por computação digital.

Mas se pode estender esta pergunta e indagar quanto à computação genérica (GC)? A GC inclui a computação analógica (AC), a DC e a computação neural (NC). Além disso, é preciso salientar que a GC é uma computação funcional, isto é, uma manipulação funcional de qualquer veículo independente do meio (Piccinini & Scarantino, 2010). Novamente, NIP pode ser ou não um caso de GC, mas não o oposto, pois NIP pode ser uma forma de GC, ao passo que, GC é uma categoria muito maior. Apesar disso, é estabelecido para outros tipos de GC, além da DC, como a AC e e a NC (ou seja, o processamento de sequências de disparos neuronais) que nada nas noções AC e DC exige que os veículos sendo manipulados carreguem as informações naturais necessariamente. De modo mais geral, nada na noção de manipulação de veículos independentes de meio

determina que tais veículos carreguem as informações naturais (Piccinini & Scarantino, 2010).

6.1.2.2. Codificação Neural

Um dos problemas mais espinhosos da neurociência comportamental é o "Problema da Codificação Neural": o cérebro dos mamíferos contém cerca de 86 bilhões de neurônios e cerca de 130 bilhões de células gliais densamente compactados que estão conectados a uma rede intrincada (Bartheld et al., 2016). Em cada pequeno volume do córtex, milhares de potenciais de ação são emitidos a cada milissegundo. Contudo, qual é a informação contida em tal padrão espaço-temporal de pulsos? Qual é o código usado pelos neurônios para transmitir essa informação? Como outros neurônios podem decodificar o sinal? Como observadores externos, podemos ler o código e entender a mensagem do padrão de atividade neuronal?

A Codificação Neural (*Neural Coding)* descreve o estudo do processamento de informação pelos neurônios (Churchland & Sejnowski, 1990). Tais estudos buscam saber qual informação é usada e como a informação é transformada à medida que passa de um estágio de processamento para outro. O campo da codificação neural procura sintetizar as informações provenientes de muitos níveis de análise e explicar como o comportamento integrado surge da atividade cooperativa dos neurônios no cérebro (Churchland & Sejnowski, 1996). Ora, muito se sabe sobre a biofísica das respostas neuronais, por exemplo, como um potencial de ação (*spikes*) é gerado, como o potencial de ação age no terminal axonal para causar a liberação do transmissor e como os transmissores agem nos receptores neuronais alvo (Purves eta l., 2005; Kandel et al., 2013). No entanto, o impacto da série de *spikes* não é bem conhecido e é ainda menos claro quais informações foram codificadas e como essas informações serão utilizadas nos estágios de processamento subsequentes (Richmond, 2009).

Como é observado na subseção seguinte, o problema da codificação neural, a saber, se codificação é temporal ou por ritmo, seria uma possível explicação conveniente para saber como os processos celulares e moleculares da célula tornam possível a transmissão de informação (Churchland & Sejnowski, 1996). O cérebro recebe as informações ocasionadas por mudanças físicas no ambiente, incluindo a luz, o toque e o

som, e integra essas informações com as informações codificadas geneticamente e/ou adquiridas que são lembradas e, então, produz um comportamento organizado. Desse modo, num sistema de processamento de informação se pergunta o que está sendo codificado, qual é o código usado para transmitir a informação, se é confiável ou se gera ruído, e como a informação é utilizada ou decodificada (Churchland & Sejnowski, 1996). Na base desse conjunto de processamento de informações está a informação transformada e transmitida por neurônios individuais, especificamente, o sinal nos dendritos e no corpo celular que é refletido em flutuações na diferença de potencial através da membrana (Kandel et al., 2013).

No entanto, o sinal que é transmitido pelo axônio é bem diferente que o sinal que chegou ao neurônio e dos seus estágios iniciais de processamento, este é o caso do potencial de ação. Esse potencial de ação se propaga rapidamente pelo axônio e no terminal axonal e a chegada do potencial de ação geralmente causa a liberação de um transmissor que afeta a membrana do neurônio-alvo pós-sináptico (Kandel et al., 2013). Os potenciais de ação são gerados se ocorre a despolarização no neurônio e, então, os potenciais de ação marcam os tempos em que a membrana celular no corpo celular neuronal atinge o limiar de disparo. Assim, existe uma sequência de potenciais de ação contendo as informações sobre o potencial de membrana no corpo celular neuronal, e é a informação transportada pelo trem de potenciais de ação (*the spike train*) que fornece as informações nos alvos de projeção para os neurônios. Especificamente, a questão central aqui é que esse trem de potenciais de ação pode ser considerado como os elementos de um código neural e esses resultados levantam a questão de como o cérebro reconhece os potenciais de ação (*spikes)* de neurônios individuais (Richmond, 2009).

- **Codificação Temporal (*Spike Codes*) e Codificação por Rítmo (*Rate Codes*)**

Um ponto de debate é se a investigação deveria privilegiar, de um lado, os códigos de potencias de ação (*spike codes*) sobre o tempo, quando o tempo de disparo dos potenciais de ação é preciso ou quando há flutuações da taxa de disparo de alta frequência, ou por outro lado, quando o que carrega a informação forem os ritmos/frequências de disparo dos potenciais de ação (*rate firing*), cuja frequência, aumenta se a frequência dos estímulos aumentar. Adicionalmente, é preciso salientar que a linha divisória nem sempre

é tão claramente traçada quanto pode parecer à primeira vista, como por exemplo, os casos em que alguns códigos que foram inicialmente propostos como exemplos puros de códigos de potencial de ação sobre o tempo do primeiro disparo (como os procedimentos de reconstrução do estímulo) que foram posteriormente interpretados como variações de códigos de ritmos (ritmos como média da atividade populacional) (Theunissen & Miller, 1995).

Desse modo, para abordar a codificação por ritmo, pode-se adentar em tópicos como os ritmos de codificação como uma contagem da média de disparos no tempo, a sua densidade (a média em várias execuções), mas também referir aos ritmos como a média populacional (Gerstner & Klister, 2002). Primeiramente, é preciso lembrar que o conceito de codificação por ritmo (*rate coding* ou *rate firing*) é amplo e não será discutido de modo exaurido aqui, mas tão somente destacar alguns subtipos e conceitos relevantes. De modo geral, a codificação por ritmo é um tipo de codificação por frequência e assevera que, à medida que a intensidade do estímulo aumenta, a frequência ou ritmo dos potenciais de ação, ou "*rate firings*", aumenta. Isso quer dizer que, quanto mais forte o estímulo de toque, mais potenciais de ação ocorrem durante um período de estimulação. Desse modo, a informação sobre o estímulo é contida no ritmo de disparo do neurônio (Kandel et al., 2013). Como escrito acima, ela é subdividida em duas grandes categorias: 1) a ritmo como contagem de disparos (*average over time*); e 2) ritmo como densidade de disparos (*average over several runs*) (Gerstner & Klister, 2002).

Segundo o caso 1, a primeira e mais comumente usada definição de um ritmo de disparo refere-se à uma média temporal. O ritmo por contagem de pulsos nervosos, também referido como média temporal, é obtido pela contagem do número de pulsos nervosos que aparecem durante um experimento divididos pela duração do experimento (Kandel et al., 2013). A contagem de pulsos em uma janela temporal é fixada pelo experimentador e depende do tipo de célula que é registrada, sendo que, os sistemas sensoriais e motores são alvos de estudos e a variação típica dos registros está entre 100-500 ms entre mais curtos e duradouros (Gerstner & Klister, 2002), neste caso, um exemplo clássico é o receptor de toque na sanguessuga (Kandel et al, 2013). Diferentemente, a partir de experimentos comportamentais, sabe-se que os tempos de reação costumam ser bastante curtos, por exemplo, no reconhecimento de padrões visuais de uma cena, apesar que o reconhecimento mais detalhado envolve muitos passos de

processamento (Thorpe, 1990)[109]. Complementarmente, é preciso deixar claro que os protocolos de média temporal funcionam bem em estudos experimentais, mas não são tão precisos em casos ecológicos quando a estimulação visual não é estacionária e muda rapidamente, como observado em movimentos sacádicos da retina (Kandel et al, 2013).

Mesmo com limitações, o conceito de codificação por ritmo de disparo recebeu atenção dos modelos de redes neurais pensando a codificação como transformação informacional pelo neurônio. Em outras palavras, o ritmo determinado pela contagem de disparos de tentativa única pode ser obtido, mais isso faria perder toda a resolução temporal sobre as variações na resposta neural durante o curso da tentativa, o que é característica deste esquema de codificação. Esta definição de ritmo tem sido usada com sucesso em muitas preparações, particularmente em experimentos com sistemas sensoriais ou motores (Mountcastle et al., 1990). Isso levou à ideia de que um neurônio transforma as informações sobre uma única variável de entrada (a força do estímulo) em uma única variável de saída contínua (o ritmo de disparo). Além disso, com base na ideia que o ritmo de disparo refere à uma variável de entrada (estímulo) em uma variável de saída, implica-se que ela vai aumentar se aumentar a força do estímulo e saturar para um *input* alto além do máximo valor (gerstner & klister, 2002). A curva de frequência-corrente do neurônio é a referência à diferença entre a relação entre a frequência de disparo medida "V_N" e a corrente de entrada aplicada "I_N" entendida como como um ganho neural. Por fim, sequências de pulsos regulares com intervalos definidos são a melhor forma de esquema de codificação que transmite o valor dos ritmos de disparo à longas distâncias, porém as irregularidades achadas nas sequências de disparo são consideradas como ruídos (Gerstner & Klister, 2002).

Segundo o caso 2 (*average over several repetitions*), existe uma segunda definição de frequência que funciona tanto para os estímulos estacionários quanto para os estímulos dependentes do tempo. Então, o ritmo é definido enquanto uma média ao longo de várias repetições (ritmos de *Peri-Stimulus-Time Histogram*-PSTH) do experimento (Gerstner & Klister, 2002). Isso quer dizer que o experimentador registra um ritmo como densidade de um pico de pulsos a partir de um neurônio enquanto estimula com alguma sequência de entrada e a mesma sequência de estimulação é repetida várias vezes e a resposta

[109] Novamente, isso não deixa tempo suficiente para realizar médias temporais em cada nível. Na verdade, os humanos podem detectar imagens em uma sequência de imagens não relacionadas, mesmo que cada imagem seja exibida por apenas 14 a 100 milissegundos (Thorpe, 1990).

neuronal é relatada em um histograma (PSTH). O ritmo de densidade vai depender do tempo *t*, a partir do início da sequência de estimulação e Δt que é uma gama temporal que será de poucos milissegundos. Desse modo, a densidade do pico de pulsos é uma medida do número de ocorrências de pulsos (K^N) somados a todas as repetições do experimento (t; $t + \Delta t$) que é dividido por um número de repetições *K*. Uma divisão adicional pelo comprimento do intervalo Δt produz a densidade de pico do PSTH (Gerstner & Klister, 2002). A densidade de pico do PSTH é geralmente relatada em unidades de Hz e frequentemente chamada de ritmo de disparo (dependente do tempo) do neurônio. Esta pode ser uma abordagem útil como procedimento experimental, a medida de densidade de pico é um método útil para avaliar a atividade neuronal, em particular no caso de estímulos dependentes do tempo, mas falha enquanto esquema de decodificação usado pelos neurônios no cérebro, pois depende da repetição dos estímulos o que não ocorre em contexto ecológico (Gerstner & Klister, 2002).

Um terceiro caso (caso 3) relevante e, não anunciado previamente, concerne às pesquisas sobre o ritmo de densidade de disparos aplicados às populações de neurônios, ou seja, o ritmo como uma atividade de conjuntos (*Average over Several Neurons*). Se o experimentador estiver estudando uma população homogênea de neurônios que respondem à um estímulo *Z*, ele procurará averiguar um vetor da localização do estímulo *Z* no espaço de *input* (Wu et al., 2002). Em uma grande população, muitos neurônios estarão ativos simultaneamente quando um novo estímulo *Z* for representado. Desse modo, o neurônio *X* responde melhor ao estímulo Z_X e o neurônio Y ao estímulo Z_Y. Logo, se pode dizer que os picos de pulsos do neurônio *X* "representam" um vetor de *input* Z_X e o neurônio *Y* os de Z_Y. Desse modo, a localização desse estímulo pode então ser estimada a partir da média ponderada da população (Wu et al., 2002).

Considerando as limitações do caso 2, talvez, a medida experimental da densidade de pico de pulsos possa fazer sentido, se houver grandes populações de neurônios independentes que recebem o mesmo estímulo (Gerstner & Klister, 2002). Como o número de neurônios, dentro de uma população, é imenso e como há neurônios que possuem propriedades e comportamento similares, então seria mais fácil, ao invés de registrar uma população *N* em uma única execução, registrar a partir de um único neurônio e calcular a média de *N* execuções repetidas, mesmo que a codificação de densidade de pico dependa da suposição implícita de que sempre há populações de neurônios (Wu et al., 2002).

Contudo, a falta de homogeneidade entre as populações de neurônios pode significar um problema (Fuster, 2003). Por exemplo, os neurônios no córtex visual primário de gatos e macacos são organizados em colunas de células (colunas de dominância) com propriedades semelhantes (Fuster, 2003). Desse modo, numa situação ideal, todos os neurônios da mesma população devem ter o mesmo padrão de conexões de entrada e saída. Neste cenário, os picos de pulsos dos neurônios em uma população *M* são enviados para outra população *N*, de modo que, cada neurônio na população *N* recebe entrada de todos os neurônios na população *M*, assim, a quantidade relevante, do ponto de vista do neurônio receptor, é a proporção de neurônios ativos na população pré-sináptica *M* (Fuster, 2003). A vantagem dos estudos populacionais é que eles não são afetados por oscilações da atividade de uma unidade se houverem mudanças nas condições de estímulo (Fuster, 2003). Mas não é assim tão simples, o ritmo como uma atividade da população pode ser útil se for aplicado às muitas áreas do cérebro onde os níveis de heterogeneidade são mais baixos, pois onde houver um certo grau de heterogeneidade em seus parâmetros internos e padrões de conectividade, as previsões sobre o comportamento da população podem não ser precisas (Fuster, 2003).

Depois de considerar os tópicos como os ritmos de codificação enquanto uma contagem da média de disparos no tempo, a sua densidade (a média em várias execuções) e os ritmos como média populacional, neste segundo momento, é relevante abordar a codificação temporal de potenciais de ação (*Spike Codes*), especificamente, o tempo para o primeiro pulso nervoso depois do estimulo inicial (*time-to-first-spike*), a combinação da contagem de pulsos com uma referência temporal baseada em oscilações (*phase of firing code*) e a aleatoriedade do pulso nervoso, ou precisamente, os grupos com padrões temporais (*temporal patterns*) (Gerstner & Klister, 2002).

Os códigos de pico de pulsos envolvem um esquema de codificação baseado no tempo (*temporal coding*) até o primeiro pico (*time-to-first-spike*) (Thorpe, 1990)[110]. Eles podem codificar a maior parte da informação de 20 a 50 milissegundos após o início da resposta neural (Thorpe, 1990). Então, quando um neurônio recebe um novo estímulo, ele é repentinamente ativado no momento t_0, como quando um organismo rastreia algo movimentando no campo visual recebendo um *input* visual novo na retina (Purves et al.,

[110] Thorpe (Thorpe, 1990) argumenta que o cérebro não tem tempo para avaliar mais de um pico de cada neurônio por etapa de processamento. Portanto, o primeiro pico deve conter a maioria das informações relevantes.

2004). A hipótese do tempo de disparo do primeiro potencial de ação, *time-to-first-spike*, assevera que há um código onde, para cada neurônio, o tempo do primeiro pico após o sinal de referência contém todas as informações sobre o novo estímulo (Thorpe, 1996). Um neurônio que dispara logo após o sinal de referência pode sinalizar uma estimulação forte, mas se disparar um pouco mais tarde sinalizaria uma estimulação mais fraca (Thorpe, 1996). Para este esquema de codificação, cada neurônio precisa disparar somente um pulso para transmitir a informação, sendo os potenciais de ação subsequentes sem relevância para contar como sinal (Thorpe, 1996). Este é um modelo de codificação temporal, porque se imaginar o movimento sacádico do olho, a cada novo movimento há um novo estímulo chegando e o neurônio está pronto para emitir o seu próximo potencial de ação que agora transmite as informações sobre o novo estímulo (Thorpe, 1996). Como cada neurônio em tal cenário transmite exatamente um potencial de ação por estímulo, fica claro que apenas o tempo transmite as informações e não o número de potencias (Thorpe, 1996).

Se aplicar este modelo para sinais periódicos (não só singulares), então as sequências de disparo de neurônios poderiam codificar a informação nas fases de um potencial de ação (*phase of a spike*) dos pulsos com base num *background* de oscilações. Essas oscilações podem servir como um sinal de referência interno e os trens de pico neuronais poderiam então codificar as informações na fase de um pulso em relação à oscilação de fundo. Se a entrada não mudar entre um ciclo e o próximo, então o mesmo padrão de fases se repete periodicamente. Uma evidência (O'keefe & Recce, 1993) sugere que a fase de um pico durante uma oscilação hipocampal transmite as informações sobre a localização espacial do animal que não é totalmente explicada pelos ritmos de disparo do neurônio.

As correlações e as sincronias também são importantes, pois pode-se usar os potenciais de ação de outros neurônios como sinal de referência para um código de pulso, de modo que, a sincronia entre um par ou muitos neurônios poderia significar eventos especiais e transmitir as informações que não estão contidas no ritmo de disparo dos neurônios por contagem de potenciais de ação ou a média segundo repetições (Gerstner & Klister, 2002). Essa ideia pode ser interessante, porque poderia ser levantada para explicar como o cérebro representa um objeto numa cena visual a partir de um conjunto de neurônios disparando sincronizados (Kandel et al., 2013). Contudo, além da sincronia, qualquer padrão preciso de pulso espaço-temporal pode ser um evento significativo. Os

neurônios que podem ter um padrão de disparo em uma sucessão temporal poderiam representar uma certa condição de estímulo e os mesmos neurônios disparando com atrasos relativos diferentes poderiam significar um estímulo diferente, por exemplo, as correlações de neurônios auditivos e visuais são dependentes de estímulos e podem transmitir as informações além daquelas contidas apenas nos ritmos de disparo (Kandel et al., 2013).

Outra técnica interessante para a codificação temporal é a reconstrução do estímulo por correlação reversa enquanto padrões temporais. A correlação reversa estipula que se considerar que um neurônio que é acionado por um estímulo dependente do tempo "s (t)" (Gerstner & Klister, 2002), desse modo, sempre que ocorre um potencial de ação e se observar o curso do estímulo em uma janela de tempo de cerca de 100 milissegundos imediatamente antes do disparo, então a média dos resultados em vários disparos produz o curso de tempo típico do estímulo imediatamente antes de um disparo (Gerstner & Klister, 2002). Em outras palavras, a correlação reversa significa que o experimentador calcula a média da entrada do estímulo sob a condição de uma resposta idêntica, ou seja, um potencial de ação para determinar o curso de tempo típico do estímulo que o tem desencadeado (algo como o significado de um único potencial). Com tal técnica, as características espaço-temporais dos neurônios no córtex visual puderam ser medidas (Victor, 2005). Desse modo, se os resultados da análise de correlação reversa sugerirem que se cada potencial de ação significar o curso de tempo do estímulo que precede o potencial, então uma reconstrução do curso de tempo completo do estímulo "s (t)" a partir do conjunto de tempos de disparo F = {t(1), . . . t(n)} deve ser possível. Este método de reconstrução mostra bem que as informações sobre uma entrada dependente do tempo podem de fato ser transmitidas pelo tempo de disparo (Gerstner & Klister, 2002).

Em resumo desta primeira parte, uma pergunta pertinente que integraria a abordagem seria questionar se o que importa é a codificação por potenciais de ação temporal ou por taxas (frequências) de disparo? A pergunta pressupõe uma linha divisória que seja clara, mas se não for assim, ou seja, se algumas codificações que foram sugeridas como sendo códigos temporais de potenciais de ação, na verdade, são variações de códigos por ritmo da frequência dos potenciais de ação (Theunissen & Miller, 1995), por exemplo, como quando uma codificação baseada em no tempo do primeiro disparo (*time-*

to-first-spike) for também consistente com a codificação por ritmos (*rate code*), então parece mais difícil assumir uma posição. Em outras palavras, se o ritmo/frequência[111]

Em resumo geral, foi dito que o sinal neuronal consiste em pulsos de voltagem curtos chamados potenciais de ação ou *spikes*. Tais pulsos viajam ao longo do axônio e são distribuídos para vários neurônios pós-sinápticos, onde evocam potenciais pós-sinápticos, dessa forma, se um neurônio pós-sináptico recebe vários *spikes* de vários neurônios pré-sinápticos em uma janela de tempo curta, então o seu potencial de membrana pode atingir um valor crítico do limiar e o neurônio despolariza gerando um potencial de ação transmitindo a informação aos outros neurônios (Purves Et Al., 2004).

Com efeito, se a sequência de potenciais de ação contém a informação que é transmitida de um neurônio para o próximo, qual é o código usado pelos neurônios? Aqui foi brevemente mencionado três conceitos de códigos por ritmo (*Rate Code*), tais como a contagem de picos em uma janela de tempo, densidade de picos em um histograma e atividade da população em um conjunto de neurônios. Se todas as informações estiverem contidas no ritmo de disparo, então os modelos de nível de ritmo serão suficientes. Diferentemente, se a codificação temporal for relevante (*temporal Code*), então uma descrição do processamento de informações no cérebro deve ser baseada em modelos de estrutura temporal dos potenciais de ação de neurônios (*Spike Timing*).

Em relação a estes conceitos, o objetivo foi somente expor a definição geral e sobre como foram usados em análise de dados experimentais e mostrar algumas limitações quando são interpretados como um “código real” usado para a transmissão de informações neuronais (Gerstner & Klister, 2002). Uma questão central é a evidência biológica dos modelos de codificação sobre como os sistemas neurais processam a informação e possibilitam ao organismo se adaptar ao seu ambiente. Desse modo, um modelo deve oferecer uma explicação de como um sistema neural reage rapidamente às

[111] Desse modo, haveriam meios de tentar complementar a codificação por ritmo com a codificação temporal de disparo de alta frequência dos pulsos nervosos que carregam informação (Theunissen & Miller, 1995). Isso seria notório, pois a codificação por ritmo considerava as flutuações de alta frequência nos ritmos de disparo como ruído, sendo consideradas irregularidades. Neste cenário, só as codificações por ritmo que são consistentes e regulares transmitiriam informação e se o cérebro tivesse evoluído assim, então, a codificação temporal não teria sido selecionada, no entanto, a codificação temporal fornece uma explicação alternativa para o "ruído", sugerindo que ele na verdade codifica informação e afeta o processamento neural (Theunissen & Miller, 1995).

mudanças na entrada do sistema. Numa versão evolucionista, este parece ser um requisito mínimo se os tempos de reação comportamental muito rápidos devam ser contabilizados.

6.1.2.3. Codificação Neural e Representações

Antes de finalizar, é pertinente ver os resultados de algumas pesquisas paradigmáticas no tema (Mountcastle et al., 1990; Romo et al., 2000; Romo et al., 2002) concernente a hipótese da codificação por ritmo (*firing rates*) e se elas abordam satisfatoriamente o problema da codificação neural. É claro, no entanto, que uma abordagem baseada em uma média temporal, ou seja, contagem de potenciais de ação por média temporal (ou *average over time*) negligência todas as informações possivelmente contidas no momento exato dos potenciais de ação (Thorpe, 1990; Thorpe et al., 1996).

O acúmulo de mais e mais evidências experimentais, entre o final da década de 90 e início dos anos 2000, sugeriram que um conceito direto de ritmo de disparo, baseado na média temporal, pode ser simplista demais para descrever a atividade cerebral. Um dos principais argumentos é que os tempos de reação em experimentos comportamentais costumam ser muito curtos para permitir longas médias temporais (Thorpe, 1990). Os humanos podem reconhecer e responder às cenas visuais em menos de 400 ms (Thorpe et al., 1996). Ao que parece, o reconhecimento e a reação envolvem várias etapas de processamento, desde a entrada da retina até o movimento do dedo na saída, desse modo, se a cada etapa do processamento, os neurônios tivessem que esperar e realizar uma média temporal para ler a mensagem dos neurônios pré-sinápticos, o tempo de reação seria muito maior (Thorpe et al., 1996). Portanto, não é surpresa que o conceito de ritmo de disparo tenha sido repetidamente criticado e seja objeto de um debate contínuo (Gerstner & Klister, 2002). Para isso, um problema que pode ser inicialmente interpelado é a questão dos "Padrões de Reconhecimento" muito bem exposto por kenneth Johnson (Johnson, 2001). Desse modo, a relação hipotética entre o estímulo e as respostas neuronais individuais ou do conjunto e a relação entre a atividade elétrica dos neurônios do conjunto (Brown et al., 2004) é de grande importância.

O problema do reconhecimento de padrões pelo cérebro pode ser ilustrativo acerca da natureza da relação entre a codificação neural e as representações. O reconhecimento de padrões, ou seja, o reconhecimento de ocorrências repetidas do mesmo estímulo ou de

estímulos semelhantes é, talvez, o mais elementar caso de codificação neural que pode ser investigado se comparado às formas mais complexas de codificação neural além do sistema sensorial (Guo et al., 2021). No entanto, ao que parece, a história das pesquisas de reconhecimento de padrões tem mostrado que este desafio é árduo na ciência da computação sendo mais difícil daquilo que os primeiros investigadores teriam previsto (Pitts & Mcculloch, 1947). Neste artigo (Pitts & Mcculloch, 1947), por exemplo, os autores evidenciaram que o desempenho de reconhecimento de padrões do tipo que é considerado certo para os indivíduos é virtualmente impossível quando baseado em representações isomórficas (por exemplo, aquelas fotográficas) concernentes às diferenças simples que não são foco de atenção em relação ao tamanho, a localização, a orientação e assim por diante, pois elas criam uma incompatibilidade entre uma nova visualização e uma visualização armazenada de um objeto hipotético tão grande quase como que se a nova visualização fosse de um objeto completamente diferente (Brown et al., 2004).

Inicialmente, Pitts e Mcculloch (Pitts & Mcculloch, 1947) argumentaram que o cérebro transforma a representação isomórfica inicial de um objeto em uma nova representação inserida em uma forma distinta, nas quais, as propriedades invariantes do objeto como forma, estrutura e composição são separadas das propriedades que podem variar de uma exposição para a próxima, logo, a solução então seria transformar a representação de cada novo objeto encontrado, armazená-lo na memória e compará-lo com as representações transformadas dos objetos armazenados anteriormente (Johnson, 2001; Brown et al., 2004). Ora, isso é uma questão hipotética e não se sabe se o cérebro resolve o problema de reconhecimento de padrões exatamente dessa maneira, mas ao que parece, as representações neurais isomórficas iniciais em cada um dos sistemas sensoriais são transformadas em formas de representação completamente diferentes (Johnson, 2001; Brown et al., 2004).

Para entender como a informação é transformada num sistema físico, isto é, como ela é processada no interior do organismo e representada em seus estados discretos e internos, é imprescindível abordar o tópico da codificação neural. Para isso, se estiver falando de codificação primária, então a meta é alcançar dois pontos: 1) a relação entre a atividade neuronal e o estímulo que a evocou; 2) e a relação entre a percepção e a atividade neural, ou seja, como a informação é codificada neuralmente (Johnson, 2001). Um detalhe importante é que, aqui, a referência é a codificação primária. No entanto, nem

toda a codificação neural pode ter algo a ver com a percepção, pois a codificação neural que segue pode ser mais rica e intrincada em codificar as possibilidades ou é suficientemente complexa que não tem relação óbvia e direta com a percepção presente (Gerstner & Klister, 2002). Uma hipótese é que a codificação neural pode ser temporal nos estágios iniciais de processamento e pode ser rítmica nos estágios subsequentes. Outro detalhe crucial é que, quando se envolve redes cerebrais, a codificação neural, provavelmente, é diversificada podendo envolver muitos tipos de codificação, tal como, a codificação neural esparsa no que tange ao reconhecimento de palavras (Hannagan et al., 2021). Desse modo, a pesquisa de como a informação é codificada nos níveis mais altos de processamento de informação no cérebro é um passo importante e necessário para a compreensão dos mecanismos neurais da percepção e da cognição que pode seguir as pesquisas de codificação neural.

O problema da codificação é o desafio de entender como o cérebro processa a informação. Na subseção anterior, a distinção entre a codificação por ritmos (*Rate Code*) e a codificação temporal (*Temporal Code*) só tocou na questão de modo superficial, mas suficiente para introduzir o debate. O problema da codificação surge na década de 60 e se caracteriza em tentar explicar a codificação neural que é subjacente ao comportamento. Desse modo, os estudos em codificação neural são fundamentados em dois campos, a saber: a psicofísica que se caracteriza em indagar a relação entre um estímulo e um comportamento, especificamente, uma classe de estímulos (S) e um comportamento particular (B) (o comportamento pode ser objetivo, por exemplo, detecção, discriminação, identificação ou subjetivo, por exemplo, classificação, escalonamento); e a neurofisiologia, na qual, o objeto de experimentação, um estímulo S causa uma atividade neural (N), em outras palavras, o objetivo é obter uma descrição estatisticamente significativa de N que é subjacente à B. O problema da codificação se coloca, pois a codificação neural é uma tentativa de identificar uma hipótese viável para dar conta da relação N → B e eliminar as variáveis independentes (Gerstner et al., 1997).

Mountcastle e colegas (Mountcastle et al. 1990) são alguns dos pioneiros na investigação e foram seguidos por Romo e colegas (Romo et al., 2000) para tentar confirmar uma hipótese sobre a codificação neural, detalhadamente, a hipótese tem como base elementar duas interrogações: 1) que aspecto da atividade neural sinaliza a informação na qual o comportamento se baseia e; 2) um modelo de mecanismo que atua sobre as informações, baseado na codificação neural, para produzir o comportamento

observado (Johnson et al., 2002). Assim, os estudos que procuram demonstrar uma relação entre uma hipótese de codificação neural e o comportamento psicofísico podem dar uma ideia de conceito de codificação primária.

Para Mountcastle e colegas (Mountcastle, 1975), o objetivo foi identificar as informações neurais utilizadas para a detecção, a discriminação e o dimensionamento de estímulos vibratórios aplicados à mão. Deixando de lado as questões de especificidade dos mecanoreceptores (Corpúsculos de Meissner e de Pacini), é melhor considerar a discriminação das variações de frequência e a amplitude da periodicidade de disparo sobre os aferentes específicos. A questão relevante é que o estudo parece concluir que a discriminação das frequências vibratórias dependa da periodicidade de disparo dentro do córtex somatossenrorial primário seguido dos Aferentes de Messiner (Mountcastle, 1975). Os neurônios parecem se adaptar rapidamente e respondem ao estímulo vibratório descarregando periodicamente e não com base codificação rítmica. Assim, a informação sobre a frequência de vibração é discriminada pela periodicidade dos disparos que pelo ritmo dos disparos que não são afetados pela frequência dos estímulos (Mountcastle et al 1975).

No entanto, tal design metodológico possuía a limitação de impedir o controle das codificações relevantes para saber quais são relevantes e quais não são quando o experimentador tenta manipular a atividade neural indiretamente manipulando o estímulo (Johnson et al., 2002). Ora, isso mudou com as pesquisas de microestimulação para evocar atividade neural já no início dos anos 2000 (Romo et al., 2000; Talwar et al., 2002) e continua a desenvolver (Burton et al., 2021). Romo e colegas (Romo et al., 2000) concentraram-se em tarefas de discriminação tátil e nas repostas evocadas no córtex somatossensorial. Os participantes tinham que discriminar a frequência dois estímulos, periódicos e não-periódicos (variações de intervalo na exibição entre regulares e aleatórios), emitidos em sequência cujo sinais variam em frequência entre 6 e 44 Hz. Os pesquisadores tentaram parear o estímulo mecânico e elétrico para tentar descobrir se os dois pulsos têm a mesma periodicidade (*timing*). O resultado foi que o comportamento de discriminação foi indistinguível dos testes envolvendo estímulo mecânico mostrando que essas respostas neurais são envolvidas em discriminação de frequências vibratórias (Romo et al., 2000). Em outras palavras, isso parece significar que a atividade neural, na

qual o comportamento de discriminação foi baseado, neste caso, o código neural, foi replicado pela estimulação elétrica[112].

Um problema de longa data na codificação neural é como desafiar a hipótese de codificação temporal, isto é, como mostrar que uma representação temporal de alta fidelidade do estímulo, embora presente na resposta neural, não é usada. Ao substituir a estimulação mecânica por elétrica, o resultado foi que, dado que o comportamento foi indistinguível, então as respostas neuronais parecem suscetíveis à discriminação de frequência vibratória, pois, ao variar a frequência do segundo estímulo (mais de 20 Hz que o primeiro), então a periodicidade na descarga neuronal parece irrelevante. Assim, os pesquisadores (Romo et al., 2000) mostraram que o comportamento de discriminação do participante não foi afetado, o que mostra que a periodicidade não era necessária para a tarefa que o participante havia sido treinado para realizar. A possibilidade de que a intensidade percebida do estímulo pudesse ter co-variado com a frequência do estímulo e assim servir como uma pista para o comportamento foi eliminada pela variação aleatória da intensidade do segundo estímulo (Romo et al., 2000) sendo um ponto a favor ao modelo de decodificação por ritmo (*frequency coding*).

Sobre o problema da padronização, Romo e colegas (Romo et al., 2000) mostraram que as respostas neurais evocadas por estímulos elétricos podem ser armazenadas na memória e posteriormente comparadas com as respostas evocadas por estímulos elétricos ou mecânicos para fazer um julgamento de frequência, considerando que o comportamento foi inalterado tanto para estímulos elétricos quanto mecânicos. Uma segunda conclusão importante é que eles mostraram que esse comportamento é baseado na estimulação de neurônios de adaptação rápida, pois quando os eletrodos foram localizados dentro de grupos de neurônios de adaptação lenta (que são conduzidos por uma classe de fibras aferentes primárias que não tem a ver com a sensação vibratória), os indivíduos detectaram os estímulos elétricos, mas o desempenho da discriminação de frequência foi aleatório, contrariamente, se a microestimulação é sobre uma coluna de neurônios de adaptação rápida, então o comportamento é elicitado (Romo et al., 2000).

A terceira conclusão deste modelo de pesquisa (Hernández et al., 2000; Romo et al., 2002) mostrou que, ao examinar a periodicidade e os ritmos de codificação de

[112] Um aspecto levantado, mas não respondido é se as sensações evocadas por microestimulação e estimulação mecânica são similares ou não.

neurônios de adaptação rápida no córtex somatosensorial, enquanto o participante executava a tarefa de discriminação vibratória com os estímulos periódicos, um terço deles sinalizam o aumento de frequência vibratória de forma confiável por um aumento no ritmo de impulso médio (*average over several repetitions*) com elevação da frequência vibratória e cerca de dois terços sinalizam a frequência vibratória pela estrutura temporal de suas resposta (*temporal patterns*) (Romo et al., 2002). Uma análise cuidadosa (Hernández et al., 2000) mostra que a média do ritmo de pulsos e a estrutura temporal em respostas neuronais únicas transmitem tanto ou mais informações do que o necessário para explicar o comportamento.

Por fim, há um elemento teórico-conceitual importante em relação à tarefa de discriminação de estímulos periódicos/não-periódicos que significa que a periodicidade, excluída nas respostas neuronais como base para o comportamento de discriminação observado, não significa que a codificação temporal seja irrelevante (Johnson et al., 2002). Contudo, o que isso significa? O estudo de Romo e colegas (Romo et al., 2000) mostrou que participantes não-humanos desempenharam as tarefas de estímulo periódicos e não-periódicos com medições do ritmo médio de disparo e outro estudo (Romo et al., 1998) apontou que humanos distinguem os estímulos periódicos e não-periódicos com a mesma frequência sugerindo que a atividade neural evocada é baseada em codificação temporal, ou seja, talvez, a discriminação da frequência pode ser baseada numa codificação temporal que vai além da periodicidade (Hernández et al., 2000). Se a frequência de discriminação for baseada num código temporal, este é um mecanismo de codificação que permite um julgamento da frequência média mesmo que a atividade neural não seja periódica e que permite ao receptor perceber a diferença entre um estímulo periódico e um aperiódico na mesma frequência média. Portanto, dois desafios colocados em pesquisas de codificação neural consistem em (1) entender as representações e as transformações subjacentes à percepção, isto é, entendendo como a atividade neural é evocada por estímulos sensoriais; e em (2) entender como a percepção depende dessa atividade neural. Independentemente da difícil natureza dos experimentos (por exemplo, controlar os códigos neurais relevantes através de neurotecnologias), o maior desafio é entender como a informação é codificada nos níveis mais altos de processamento de informação no cérebro necessários para a compreensão dos mecanismos neurais da cognição (Guo et al., 2021).

6.2. Potenciais Predições

6.2.1. O modelo proposto não prevê vários aspectos importantes:

6.2.1.1. Consciência animal

A hipótese de trabalho é uma abordagem filogenética da consciência e, como tal, abordou o problema da consciência em animais não-humanos, no capítulo 3 (na seção 3). Apesar de ter discutido algumas propostas (Edelman & Seth, 2009; Birch et al., 2020), a hipótese de trabalho não prevê que algum tipo, grau ou perfil de consciência esteja presente em alguma espécie de animal-humano, mas não seria confrontada decisivamente se atribuísse. A única dificuldade seria atribuir a consciência noética verbal aos animais não-humanos. Neste caso, ou os animais não-humanos também teriam linguagem como os animais humanos ou um mecanismo como a consciência noética verbal não corresponderia à função comunicativa. Não obstante, não haveria problemas em atribuir a consciência noética não-verbal aos animais não-humanos, pois animais não-humanos poderiam ter algum tipo ou experimentar algum grau de consciência dos objetos ou até uma consciência representacional. Neste caso, justamente, essa seria a cisão entre os sistemas de comunicação avançados e a linguagem em humanos. Assim, essa seria uma hipótese que poderia ser explorada no futuro, conservando um aspecto de originalidade quanto à origem da linguagem.

6.2.1.2. Quando e em que ritmo a consciência evoluiu

O modelo proposto não fornece evidência se a consciência evoluiu por exaptação, como um subproduto evolutivo, por deriva genética (Maley & Piccinini, 2018) ou gradualmente e por seleção natural (Edelman, 1992; Feynberg & Mallatt, 2013; Damasio, 2018; Graziano, 2019; Ledoux, 2019). Determinar a função biológica da consciência parece necessário para explicar a sua origem: a evolução pela seleção natural opera nos traços dos organismos com base nas funções biológicas que cumprem. Não obstante, identificar a função da consciência fenomenal revelou-se difícil. Alguns propuseram que a função da consciência é facilitar os processos mentais, como o raciocínio ou a aprendizagem, a linguagem, e a cognição social (Edleman, 1992; Dehaene Etal., 1998;

Becharra et al., 2000; Graziano, 2019). Mas os processos mentais, como o raciocínio e a aprendizagem, parecem ser possíveis na ausência da consciência (Block, 1995; Block, 2011). Desse modo, ficou difícil identificar de que forma a consciência fenomenal melhora esses processos ou outros semelhantes.

Não obstante, é salutar que a hipótese de trabalho é sobre a função de uma versão informativa e cognitivista de consciência, a saber, a consciência noética verbal. As formas mais avançadas de consciência, como a consciência de alta-ordem, são tratadas no capítulo 3 (seção 4). O objetivo foi discorrer sobre a co-evolução das formas de consciência de alta-ordem e a linguagem. Nesse sentido, a hipótese de trabalho não prevê características importantes da consciência de alta-ordem que são cruciais para traçar a sua origem filogenética.

Apesar de postular que a função comunicativa da consciência é adaptativa e impacta na vida dos organismos que possuem esse mecanismo, a hipótese de trabalho não responde se a evolução foi gradual ou saltatória. A hipótese de trabalho visou responder à questão da função da consciência. Mas como foi aferido no parágrafo acima, responder sobre a função pode indicar a origem. Desse modo, uma possível futura rota de investigação da hipótese trabalho é inquirir pela origem da consciência e em qual ritmo a consciência evoluiu. Ademais, nos capítulos 2 e 3, foi debatido a respeito das pesquisas filogenéticas da linguagem e da consciência e foi defendido uma aproximação da hipótese de trabalho com os modelos que tomam como base o programa darwiniano focado na adaptação e na seleção natural.

Assim, este conhecimento é necessário, porque na história evolução, a relação ecológica e social do organismo é crucial, porque apenas certas combinações de eventos de desenvolvimento levaram às formas estruturais e às suas funções. Do mesmo modo, a forma do corpo de um animal humano e não-humano é muito importante para o funcionamento e a evolução do seu cérebro. Assim também a forma e o funcionamento do cérebro são relevantes para o comportamento desse corpo.

6.2.1.3. Representações de primeira e alta-ordem, local e distribuída

O modelo proposto vê as representações conscientes construídas sequencialmente às representações não-conscientes. A implicação direta é que as representações acessíveis

à percepção consciente devem aparecer mais tarde no tempo e compostas sobre as representações de primeira-ordem. Desse modo, a hipótese de trabalho depende da validade de modelos de representações de alta-ordem (Lau & Rosenthal, 2011) ou de modelos modificados (Brown et al., 2019).

De outro modo, as evidências que demonstram a construção de mapas de alto nível antes das representações de baixo nível enfraquecerão a validade do modelo. Esse poderia ser um fator complicador quanto à possibilidade de formar um mapa de alto nível, como resultado da experiência anterior (processo *top-down*), na medida que, este mapeamento de alto nível requer um mapeamento prévio de baixo nível, implicando existir um intervalo de tempo considerável entre as formações dos dois tipos de mapas. Uma alternativa seria considerar que as representações de baixo e alto nível seriam ajustadas dinamicamente, influenciando-se mutuamente. Este processo pode ser realizado em série ou em paralelo, local e distribuído e ainda em partes. Isso significa, por exemplo, que os mapas de baixo e alto nível podem ser formados em partes. Assim, embora os mapas de alto nível requeiram a existência de mapas de baixo nível, não é necessário esperar que o mapa de baixo nível completo se forme (Block, 2011b; Rosenthal et al., 2018; Sawatani et al., 2023).

Complementarmente, o modelo não prevê a relação entre as representações de primeira e alta-ordem e o processamento informacional neste estágio de desenvolvimento. Neste caso, ambas as representações de baixo e alto nível podem ser unimodais e/ou multimodais. A opção por codificar a informação de uma forma ou de outra não está relacionada à eficiência, percepção subjetiva ou saída de linguagem. No entanto, vários modelos teóricos (Baars, 1988; Baars, 1993; Baars, 2021) e resultados empíricos neuroanatômicos e fisiológicos (Dehaene et al., 1998; Dehaene et al., 2001; Dehaene et al., 2006) sugerem que a integração entre as modalidades perceptivas e emocionais ocorre em estágios avançados de processamento.

6.2.1.4. Correlatos Neurais do Mecanismo Consciente

O modelo não especifica as regiões do cérebro onde ocorrem os processos. Muitos dos trabalhos utilizados, como os modelos de Damásio (Damasio, 1994; Damasio, 1998; Damasio, 2010; Damasio, 2018), de Ledoux (Ledoux, 1991; Ledoux, 2000; Ledoux, &

Brown, 2017; Ledoux, 2019), Graziano (Graziano, 2019) e diversos outros trouxeram evidências neurofuncionais para as potenciais áreas cerebrais e os núcleos que estão envolvidos no processamento de informações e na construção de representações. Além disso, no capítulo 1, o foco foi sobre as áreas subjacentes à memória de trabalho, e no capítulo 2, foram trazidos resultados acerca das redes cerebrais da linguagem. Em ambos os casos, houve uma coerência pelo envolvimento de áreas temporais, parietais, mas sobretudo, frontais. No entanto, há modelos (Koch, 2009; Koch, 2016; Koch, 2018) que contestaram essa avaliação e se concentram sobre as áreas de associação e as projeções talâmicas (núcleos e radiações talâmicas). A hipótese de trabalho não trouxe resultados com evidências para sustentar algum modelo neurofuncional, mas está alinhada com modelos que incluem as áreas pré-frontais.

6.2.1.5. Processamento Não-Consciente e Consciente da Linguagem

O modelo apresentado também não prevê algo sobre como a codificação simbólica não-consciente e consciente interagem, no atual estágio de desenvolvimento da pesquisa. Considerando que muito do processamento informacional na memória de trabalho é não-consciente, o modelo não assevera como a codificado não-consciente opera para a produção simbólica, visto que, pressupõe o processamento informacional consciente. Neste último caso, a indagação é como que a consciência e a cognição operam o processamento da linguagem para a geração de representações simbólicas, no estágio intermediário, também referido como codificação intermediária (Schmidt, 1990; Ellis, 1994; Khul, 2004; Hertrich et al., 2021). Desse modo, fundamental aqui são as funções executivas, a saber, a memória de trabalho e os seus subcomponentes (Baddeley, 1986; Baddeley, 1993), as HORs (Brown et al., 2019) e as estruturas da linguagem (Truscott & Sharwood Smith, 2011). Assim também, a hipótese de trabalho não prevê como ocorre a relação entre o processamento não-consciente e os eventos do estágio final de codificação das informações simbólicas, que compõem as representações extrínsecas, performado pelo sistema cognitivo-computacional (Hauser et al., 2002; Berwick et al., 2013; Bolhuis et al., 2014).

Portanto, uma linha de investigação interessante que poderá ser explorada é identificar a relação entre o processamento não-consciente e consciente da linguagem indagando se o mecanismo consciente coordena o processamento completo da

informação linguística ou se só edita o resultado nos dois estágios de processamento, a saber, aquele executado pela memória de trabalho e aquele executado pelo sistema cognitivo-computacional. A consciência noética verbal atua coordenando a cognição (a WM) que codifica as estruturas simbólicas, para depois, coordenar o sistema-cognitivo computacional que relaciona sintaticamente estes resultados. Todavia, se a linguagem é dependente da WM e da consciência noética, a co-evolução com formas de alta-ordem conferiu novo degrau de complexidade evolutiva a consciência (Edelman, 1992; DAMASIO, 1998).

Considerações Finais e Futuras Perspectivas

O argumento da hipótese de trabalho é que a consciência evoluiu para propósitos comunicativos. Para traduzir os estados internos em estados externos, *o mecanismo consciente coordena, primeiramente, a atividade da memória de trabalho, que codifica as representações internas e intrínsecas em representações simbólicas, por exemplo, codificando as diferentes partes de estruturas simbólicas como os pronomes, os adjetivos, os verbos, os substantivos e assim por diante, e posteriormente, a atividade do sistema cognitivo-computacional, que possui uma organização sintática hierárquica em seu cerne, responsável por mesclar as estruturas simbólicas parciais e formar estruturas simbólicas mais complexas que carregam mais informação sobre os estados internos do organismo e externos*. *Essa coordenação funciona ao iniciar, cessar e sincronizar a atividade dos componentes internos da WM (PL, VVSP, CE e EB) e do sistema cognitivo-computacional (sintaxe, interfaces conceitual e sensório-motora) e entre os sistemas e editar o resultado, ou seja, as representações extrínsecas comunicáveis*. Isso seria vantajoso para o organismo que possui esta configuração, pois pode transmitir as informações sobre os ambientes externos, isto é, a ecologia e a vida social, e sobre o ambiente interno, os estados do seu complexo corpo-cérebro. Assim sendo, *o elemento de originalidade da hipótese de trabalho* não está em dizer que a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional codificam as informações simbólicas, mas *está no arranjo em como isso é feito sob a coordenação da consciência noética verbal.* Primeiro, *por relacionar a memória de trabalho e o sistema cognitivo computacional* e, depois, *por*

admitir que a consciência é o mecanismo essencial para possibilitar esta interação de modo sequencial.

Pode-se dizer que o capítulo 1 tinha uma orientação mais internalista, por considerar os componentes internos do sistema, e uma orientação mais cognitivista, isto é, os componentes internos seriam a cognição, seus subcomponentes, e a consciência. Desse modo, se apontou uma arquitetura cognitiva, baseada na atenção e, sobretudo, na memória de trabalho e que a consciência deve ser concebida sob orientação de modelos cognitivistas. Inicialmente, argumento passou a tratar da evolução e da função das expressões emocionais e da diferença entre as expressões emocionais puramente comportamentais e as expressões emocionais passíveis de tradução linguística. Um segundo momento importante foi a demonstração que a memória de trabalho e os seus subcomponentes são especializados em linguagem e se adentrou na linha argumentativa que demonstrou o nexo entre a consciência, a atenção e a memória de trabalho.

O capítulo 2 é um capítulo de transição para uma visão mais externalista. O objeto de investigação era realçar as diferenças entre os sistemas de comunicação avançados, presentes em animais não-humanos, e a linguagem presente em humanos. Para tanto, o foco foi sobre o sistema cognitivo-computacional, responsável pela sintaxe, e as abordagens filogenética comparativas sobre comunicação e linguagem entre as espécies. Este foi um capítulo de transição, pois tinha um interesse sobre as redes de linguagem e o processo de codificação linguístico, mas também buscou evidenciar detalhes importantes da vida social e ecológica, na qual, as espécies estavam inseridas.

O capítulo 3 deixou claro a orientação da hipótese de trabalho com base em pesquisas filogenéticas e um caráter mais contextual. Nesse intuito, a sugestão foi recair sobre os estudos comparativos entre as espécies pela busca por homologias e por diferenças para elaborar perfis no tocante à consciência e sobre as condições práticas, ecológica e sociais da evolução das faculdades da consciência e da linguagem. Neste capítulo, na seção 1, foi apresentada uma formulação da hipótese de trabalho destacando a importância de 4 componentes, a saber, as representações internas, cujo resultado são as representações simbólicas extrínsecas (1), a memória de trabalho e os seus subcomponentes (2), o sistema cognitivo-computacional (3) e, por fim, a consciência noética verbal (4). Deveras, esses são os componentes essenciais para a produção da linguagem simbólica e a originalidade da hipótese de trabalho consiste no modo como

esses componentes interagem para a geração de representações simbólicas complexas. Desse modo, esse foi o objetivo fulcral do texto, mostrar como a consciência coordenada a memória de trabalho e o sistema cognitivo-computacional para gerar representações simbólicas.

Um outro pressuposto importante é que a consciência antecede a linguagem. Ao menos, as formas mais rudimentares da consciência e até formas mais intermediárias (ao menos, os tipos de consciência noética) são prévias evolutivamente à linguagem. No entanto, depois que a linguagem e a consciência co-evoluem, a linguagem confere maior complexidade às formas de consciência de alta-ordem. Nesse sentido, é possível produzir os estados conscientes que carregam mais informação e que contém maior complexidade, integração, diferenciação, flexibilidade e ainda transmitir as informações que não só dizem respeito ao presente lembrado, mas incluindo as informações não-dependentes do contexto. As informações contidas nas representações simbólicas podem ser práticas, sobre onde há comida, como também codificadas em representações, como por exemplo, sobre os sentimentos, os planos e as intenções.

Um outro pressuposto em relação à hipótese de trabalho é que, apesar da linguagem poder ser usada para manipulação e influência, caracterizando uma relação ecológica desarmônica inter/intraespecífica, os sistemas de comunicação avançados e a linguagem dependem de relações ecológicas harmônicas intra/interespecíficas como a vida socialmente interdependente e a cooperação. Se a maior parcela das interações comunicativas seria de influência, provavelmente, este traço não teria sido selecionado, pois ele tende a ser uma estratégia evolutiva não-estável. Ao contrário, foi vantajoso para os indivíduos que possuíam tal sistema comunicativo transmitir as informações que carregam detalhes sobre o ambiente e sobre si mesmos, cujo efeito no macronível foi a integração social e a coesão dos grupos num ambiente, muitas vezes, hostil e desafiador para uma vida solitária e somente exploratória.

Isto posto, a hipótese de trabalho possibilitará muitas investigações futuras quanto outras interfaces e fenômenos paralelos. Um deles é entender como a hipótese de trabalho pode se relacionar com as pesquisas em empatia e teoria da mente, ou ainda como o modelo explicaria a interação entre o processamento simbólico consciente e não-consciente ou sobre a natureza das representações simbólicas e os processos informacionais e neuronais subjacentes, por exemplo, qual tipo de codificação neural

opera em cada nível de processamento simbólico, como o processamento simbólico e a codificação neural se relacionam com o processamento informacional mono e heteromodal, local e distribuído. Essas são algumas das linhas de investigação aportadas nas seções 5 e 6 do capítulo 3.

Por fim, resta dizer que a hipótese de trabalho é altamente interdisciplinar. Ela pode ser investigada nos níveis de análise neuronal, micro e macroestrutural, por exemplo, a relação com as redes de larga-escala, com as arquiteturas cognitivas, por exemplo, a memória de trabalho e a atenção seletiva, ao nível das representações de primeira e alta-ordem, visto que, as representações simbólicas são de alta-ordem, e aos níveis externos social-ecológico. Se procurou indagar como a consciência evoluiu, como os seus blocos de construção se formaram, quais estruturas, funções e habilidades as espécies compartilham e como era a vida dos organismos até os humanos modernos ecologicamente e socialmente integrados. Desse modo, a hipótese de trabalho tem atributos interdisciplinares, podendo estender vínculos contributivos com os modelos neuronais, cognitivos, de alta-ordem, de linguagem e evolucionistas para traçar uma reconstrução histórica da sua emergência a partir das condições prévias. Essa tem sido a estratégia dos modelos filogenéticos de explicar, mesmo que superficialmente, a evolução da consciência. A hipótese de trabalho é uma tentativa preliminar para sondar a origem da consciência e a sua função, ao menos, daquela consciência que co-evoluiu com a linguagem.

Referências

ACHESON, D.J.; HAGOORT, P. Stimulating the brain's language network: syntactic ambiguity resolution after TMS to the inferior frontal gyrus and middle temporal gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 25, n. 10, p. 1664-77, Outubro de 2013.

ACKER, F. New findings on unconscious versus conscious thought in decision making: additional empirical data and meta-analysis. *Judgment and decision making*, n/c, v. 3, n. 4, p. 292-303, Maio de 2008.

ADAMS, A. M.; GATHERCOLE, S. E. Phonological working memory and speech production in preschool children. *Journal of Speech and Hearing Research*, n/c, v. 38, p. 403-14, Abril de 1995.

ADAMS, A. M.; GATHERCOLE, S. E. Phonological working memory and spoken language development in young children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, n/c, v. 49, n.1, p. 216-33, Junho de 1996.

ADAMS, F.; AIZAWA, K. Causal theories of mental content. *Stanford Encyclopedia of philosophy*. 2010. https://plato.stanford.edu/entries/content-causal/ Consulta realizada em 3 de Setembro de 2022.

ADAMS, F.; BEIGHLEY, S. Information, Meaning and Animal Communication. In: Ulrich Stegmann (Edt.). *Animal Communication Theory: Information and Influence*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, p 399-418, 2013.

ANDERSSON, M. *Sexual Selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

ADOLPHS, R.; TRANEL, D.; DAMASIO, H.; DAMASIO, A. Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*. Londres, v. 372, n. 6507, p.669–672, Dezembro de 1994.

ADOLPHS, R. The Biology of Fear. *Current Biology*, n/c, v.23, n.2, p. 79-93, Maio de 2013.

ALLAIN, P.; JOSEPH, P.A.; ISAMBERT, J.L.; LE GAL, D.; EMILE, J. Cognitive functions in chronic locked-in syndrome: a report of two cases. *Cortex*, v. 34, n. 4, p. 629-34, Setembro de 1998.

AMUNTS, K.; VON CRAMON, D.Y. The anatomical segregation of the frontal cortex: what does it mean for function? *Cortex*, v. 42, n. 4, p. 525-8, Maio de 2006.

ANDERSON, A.K.; PHELPS, E.A. Is the human amygdala critical for the subjective experience of emotion? Evidence of intact dispositional affect in patients with amygdala lesions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Cambridge, v. 14, n. 5, p. 709-20, Julho de 2002.

ANDRADE, J.; BADDELEY, A. The contribution of phonological short-term memory to artificial grammar learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 64, n. 5, p. 960–74, Maio de 2011.

ANDRADE, J. The contribution of working memory to conscious experience. In: Jackie Andrade (ed.), *Working Memory in Perspective*. New York: Psychology Press, 2001, p. 60-78.

ANDREWS-HANNA, J. R.; REIDLER, J. S.; HUANG, C.; BUCKNER R. L. Evidence for the default network's role in spontaneous cognition. *Journal of Neurophysiology*, v. 104, n.1, p. 322-35, Julho de 2010.

ANDREWS, K.; MONSÓ, S. Animal Cognition. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, https://plato.stanford.edu/entries/cognition-animal/#AnimCognApplPhil Consulta realizada em 07 de Setembro de 2022.

ANDREWS, P.; JOHNSON, R.J. Evolutionary basis for the human diet: consequences for human health. *Journal of the Internal Medicine*, v. 287, n.3, p. 226-237, Novembro de 2019.

ANSORGE, U.; HEUMANN, M.; SCHARLAU, I. Influences of vi-sibility, intentions, and probability in a peripheral cuing task. *Consciousness and Cognition*, v. 11, n.4, p. 528-45, Dezembro de 2002.

ANSORGE, U.; FUCHS, I.; KHALID, S., & KUNDE, W. No conflict control in the absence of awareness. *Psychological Research*, v. 75, n. 5, p. 351-65, Setembro de 2011.

ARAKAWA, H.; BLANCHARD, D. C.; ARAKAWA, K.; DUNLAP, C.; BLANCHARD, R.J. Scent marking behavior as an odorant communication in mice. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v .32, n. 7, p. 1236-48, Setembro de 2008.

ARCHIBALD, L. M. D.; GATHERCOLE, S. E. Short-term and WM in specific language impairment. *International Journal of Language of Communication Disorders*, n/c, v. 41, n. 6, p. 675–93, Novembro/Dezembro de 2006.

ARON, A.R.; ROBBINS, T.W.; POLDRACK, R.A. Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Science*, v. 8, n. 4, p.170-7, Abril de 2004.

ARU, J.; SUZUKI, M.; RUTIKU, M.; LARKUM, M.; BACHMANN, T. Coupling the State and Contents of Consciousness. *Frontiers in Systems Neuroscience*, v. 13, n.43, p. 1-9, Agosto de 2019.

ARYA, R.; ERVIN, B.; DUDLEY, J. […], GREINER, H.M.; HOLLAND, K.D.; GLAUSER, T.A.; Electrical stimulation mapping of language with stereo-EEG. *Epilepsy & Behavior*, n/c, v. 99, p. 1-8, Outubro de 2019.

ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. M. Human memory: A proposed system and its control processes. In: K. Spence & J. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Volume 2). New York: Academic Press, 1968, p. 89-195.

ATKINSON, E.G.; AUDESSE, A.J.; PALACIOS, J.A.; BOBO, D.M.; WEBB, A.E.; RAMACHANDRAN, S.; HENN, B.M. No Evidence for Recent Selection at FOXP2 among Diverse Human Populations. *Cell*, v. 174, n. 6, p. 1424-35, Setembro de 2018.

ASHBY, F.G.; ELL, S.W.; VALENTIN, V.V.; CASALE, M.B. FROST: a distributed neurocomputational model of working memory maintenance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Cambridge, v. 17, n. 11, p. 1728-43, Novembro de 2005.

AWH, E.; JONIDES, J.; REUTER-LORENZ, P. A. Rehearsal in spatial working memory *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Washington, v. 24, n.3, p. 780–90, Junho de 1998.

AWH, E.; BELOPOLSKY, A.V.; THEEUWES, J. Top-down versus bottom-up attentional control: a failed theoretical dichotomy. *Trends in Cognitive Science*, v. 16, n. 8, p. 437-43, Agosto de 2012.

BAARS, B. A. *Cognitive Theory of Consciousness*. 1st. ed., Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1993, p. 71-356.

BAARS, B. In the Theater of Consciousness: The Workspace of the Mind. *Journal of Consciousness Studies*, Berckeley, v. 4, n. 4, p. 292-309, Março de 1997.

BAARS, B. The Basic Model. In: BAARS, B. *A Cognitive Theory of Consciousness*. 1a Edição. Cambridge: Cambridge University Press. 1988, p. 71-135.

BAARS, B; TONONI, G.; BICKLE, J. Criteria for consciousness in the brain: Methodological implications of recent developments in cognitive neuroscience. *Consciousness and Cognition*, n/c, v. 9, n. 2, p.20-1, Janeiro de 2000.

BAARS, B.; FRANKLIN, S. How conscious experience and working memory interact. *Trends in Cognitive Sciences*, Cambridge, v.7, n.4, p. 166-72, Abril de 2003

BAARS, B.J.; GELD, N.; KOZMA, R. Global Workspace Theory (GWT) and Prefrontal Cortex: Recent Developments. *Frontiers in Psychology*, Zurique, v. 12, n.749868, p. 1-6 Novembro de 2021.

BACON, C.; RAPPOLD, G.A. The distinct and overlapping phenotypic spectra of FOXP1 and FOXP2 in cognitive disorders. *Human Genetics*, v. 131, n. 11, p. 1687–98, Novembro de 2012.

BADDELEY, A. D. Short-term Memory for Word Sequences as a Function of Acoustic, Semantic and Formal Similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, n/c, v. 18, n. 4, p. 362–5, Novembro de 1966.

BADDELEY, A. D.; HITCH, G. J. Working Memory. In: G. A. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation* (Volume 8). New York: Academic Press, 1974, p. 47-89.

BADDELEY, A.D.; THOMSON, N; BUCHANAN, M. Word length and the structure of short-term memory, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Amasterdã, v. 14 n. 6, p. 575–89, n/c 1975.

BADDELEY, A. *Working memory*. New York: Clarendon Press/Oxford University Press, 1986.

BADDELEY, A. Working Memory. *Science*, Washington, v. 255, p. 556-9, Janeiro de 1992.

BADDELEY, A. D. Working memory or working attention? In: A. Baddeley, & L. Weiskrantz (Eds.), *Attention: Selection, awareness, and control*, Oxford: Oxford University Press, 1993, p. 152–70.

BADDELEY, A. D.; PAPAGNO, C.; ANDRADE, J. The sandwich effect: The role of attentional factors in serial recall, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Washington, v. 19, p. 862–870, Julho de 1993.

BADDELEY, A.; DELLA SALLA, S. Working Memory and Executive Control, Londres, *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, v. 351, n. 1346, p. 1397-1404, Outubro de 1996

BADDELEY, A. The central executive: a concept and some misconceptions. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 1998a, p. 247-53.

BADDELEY, A.; GATHERCOLE, S.; PAPAGNO, C. The phonological loop as a language learning device, *Psychological Review*, Whashington, v. 105, n. 1, p. 158–173, Janeiro de 1998b.

BADDELEY, A.D.; ANDRADE, J. Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, Washington, v. 129, n.1, p. 126-45, Março de 2000a.

BADDELEY A. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciensce*, Cambridge, v. 4, n. 11, p. 417-423, Novembro de 2000b.

BADDELEY, A. D.; CHINCOTTA, D.; ADLAM, A. Working memory and the control of action: evidence from task switching. *Journal of Experimental Psychology: General*, Washington, v. 130, n.4, p. 641–57, Dezembro de 2001.

BADDELEY A.D. WILSON, B. Prose recall and amnesia: implications for the structure of working memory. *Neuropsychologia*, Amsterdã, v. 40, p. 1737-43, Julho de 2002.

BADDELEY, A.D. Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, v. 36, Amsterdã, p. 189–208, Fevereiro de 2003.

BADDELEY, A.D. *Working Memory, Thought, and Action*. New York: Oxford University Press, 2007.

BADDELEY, A. D. Working memory. *Current Biology*, Cambridge, v. 20, n. 4, p. R136-R140, Fevereiro de 2010.

BADDELEY, A. D. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, Los Angeles, v. 63, n. 1, p. 301-29, Novembro de 2011.

BADDELEY, A. D. Working memory: theories, models, and controversies (2012). In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018a, p. 332-69.

BADDELEY, A.D. Central Executive: a concept and some misconceptions. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018b, p. 247-53.

BADDELEY, A.D. Exploring the Central executive. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018c, p. 254-79.

BADDELEY, A. D.; LEWIS, V.J.; VALAR. G. Exploring the articulatory loop. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018d, p. 130- 49.

BADDELEY A. D., LIEBERMAN, K. Spatial working memory. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018e, p. 206-36.

BADDELEY, AD.; LOGIE, R.; BRESSI, S.; DELLA SALA, S.; SPINNLER, H. Dementia and working Memory. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018f, p. 280-94.

BADDELEY, A. D.; ALLEN, R. J.; HITCH, G. J. Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. In: Alan Baddeley (ed.) *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018g, p. 312-31.

BADRE, D.; WAGNER, A.D. Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory. *Neuropsychologia*, Amsterdã, v.45, n. 1, p. 2883-901, Outubro de 2007.

BAINBRIDGE, W.A.; POUNDER, Z.; EARDLEY, A.F.; BAKER, C.I. Quantifying aphantasia through drawing: Those without visual imagery show deficits in object but not spatial memory. *Cortex*, v. 135, n. n/c., p. 159-72, Fevereiro de 2021.

BALASKO, M.; CABANAC, M. Motivational conflict among water need, palatability, and cold discomfort in rats. *Physiology and Behavior*, v. 65, n.1, p. 35-41, Agosto de 1998.

BARBEY, A.K., KOENIGS, M.; GRAFMAN, J. Dorsolateral Prefrontal Contributions to Human Working Memory. *Cortex*, Amsterdã, v. 49, n. 5, p.1195-1205, Maio de 2013a.

BARBEY, A.K.; COLOM, R.; GRAFMAN. J. Dorsolateral prefrontal contributions to human intelligence. *Neuropsychologia*, v.51, n. 7, p. 1361-9, Junho de 2013b.

BARD, P. On emotional expression after decortication with some remarks on certain theoretical views. *Psychological Reviews*, Washington, n. 41, p. 309-29, Julho de 1934.

BARLOW, R.B. JR.; FRAIOLI, A.J. Inhibition in the Limulus lateral eye in situ. *Journal of General Physiology*, v. 71, n. 6, p. 699-720, Junho de 1978.

BARON-COHEN, S.; WHEELWRIGHT, S. The Empathy Quotient: An Investigation of Adults with Asperger Syndrome or High Functioning Autism, and Normal Sex Differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 34, n.2, p. 163–175. Abril de 2004.

BARROUILLET, P.; GAVENS, N.; VERGAUWE, E.; GAILLARD, V., CAMOS, V. Working memory span development: a time-based resource-sharing model account. *Developmental Psychology*, n/c, v, 45, n.2, p. 477-90, Março de 2009.

BARTH, J.; CALL, J. Tracking the displacement of objects: A series of tasks with great apes (Pan troglodytes, Pan paniscus, Gorilla gorilla, and Pongo pygmaeus) and young children (Homo sapiens). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, v. 32, n. 3), p. 239-52, Julho de 2006.

BARTTFELDA, P.; UHRIGA, L.; SITTA, J.D.; SIGMAN, M; JARRAYAA, B.; DEHAENE, S. Signature of consciousness in the dynamics of resting-state brain activity. *PNAS*, n/c, v. 112, n. 3, p. 887–892, Janeiro de 2015.

BASSETT, D. S.; YANG, M.; WYMBS, N. F.; GRAFTON, S. T. Learning-induced autonomy of sensorimotor systems. *Nature Neuroscience*, Londres, v. 18, n.5, p. 744-51, Maio de 2015.

BAUER, G.; GERSTENBRAND, F.; RUMPL, E. Varieties of the locked-in syndrome. *Journal of Neurology*, v. 221, n. 2, p. 77-91, Agosto de 1979.

BAYNES, K.; ELLIASSEN, J.C.; LUTSEP, H.L.; GAZZANIGA, M.S. Modular organization of cognitive systems masked by interhemispheric integration. *Science*, Washington, v. 280, n. 5365, p. 902-5, Maio de 1988

BEAR, M.K; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. *Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso*. (4ª ed.) Artmed: Porto Alegre. 2017.

BECHARA, A.; DAMASIO, H.; DAMASIO, A.R.; LEE, P. Different Contributions of the human amygdala and the ventromedial prefrontal córtex to decision macking. *The Jorunal of Neuroscience*, n/c, v. 19, n.13, p. 5473-81, Julho, 1999.

BECHARA, A.; DAMASIO, H.; DAMASIO, AR. Emotion, Decision Making and the Orbitofrontal Cortex. *Cerebral Cortex*, Oxford, v. 10, n. 3, p. 295-307, Março de 2000.

BECHARA, A; DAMASIO, H.; DAMASIO, A.R. The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *Trends in Cognitive Sciences*, Cambridge, v. 9, n. 4, p. 159-62, Abril de 2005a.

BECHARA, A.; VAN DER LINDEN, M. Decision-making and impulse control after frontal lobe injuries. *Current Opinion in Neurology*, Londres, v.18, n.6, p. 734-9. Dezembro de 2005b.

BECHTEL, W. Representations: From neural systems to cognitive systems. In: In W. P. Bechtel; P. Mandik; J. Mundale, R. S. Stufflebeam (eds.), *Philosophy and the Neurosciences:* A Reader. Hoboken, NJ: Willey-Blackwell, Outubro de 2001, p.332-48.

BENNETT, C.M.; MILLER, MB.; WOLFORD, GL. Neural correlates of interspecies perspective taking in the post-mortem Atlantic Salmon: an argument for multiple comparisons correction. *NeuroImage*, v. 47, n. S125, p. 39-41, Julho de 2009.

BERCKER, E.A.; BERCKER, A.H.; EMG, M.S; SMITH, A. Translation of Broca´s Report: Localization of speech in the third left frontal convolution. *Archive of Neurology*, Chicago, v. 46, p. 1065-72, Outubro de 1996.

BERGSTRÖM, F; ERIKSSON, J. Neural Evidence for Non-conscious Working Memory. *Cerebral Cortex*, Oxford, v.28, n.9, p. 3217-28, Setembro de 2018.

BERNAL, B.; ARDILA, A.; ROSSELLI, M. Broca's area network in language function: a pooling-data connectivity study. *Frontiers in Psychology*, v, 6, n. 687, p. 1-8, Maio de 2015.

BERRIDGE, K.C.; ROBINSON, T.E. What is the role of dopamine in reward: hedonic impact, reward learning, or incentive salience? *Brain Research Review*, v. 28, n.3, p. 308-67, Dezembro de 1998.

BERRIDGE, K.C. Motivation concepts in behavioral neuroscience. *Physiology and Behavior*. 81, n. 2, p. 179-209, Abril de 2004.

BERRIDGE, K.; KRINGELBACH, M. Affective neuroscience of pleasure: Reward in humans and animals. *Psychopharmacology*, v. 199, n.3, p. 457–480, Agosto de 2008.

BERWICK, R.C.; FRIEDERICI, A.D.; CHOMSKY, N.; BOLHUIS, J. J. Evolution, Brain and the nature of Language. *Trends in Cognitive Sciences*, Cambridge, v. 2, p. 89-98, Feveriro de 2013.

BERWICK, R.C.; CHOMSKY, N. *Why Only Us Language and Evolution*. Cambridge: MIT Press, p. 53-88, 2015.

BICKERTON D. *Adam´s Tongue: How humans made language, how language made humans*. (1st Ed.) New York: Hill and Wang, p.192-210, 2009.

BILLARD P, SCHNELL AK, CLAYTON, NS, JOZET-ALVES C. Cuttlefish show flexible and future-dependent foraging cognition. *Biological Letters*, v. 16, n. 20190743, p. 1-5, Fevereiro de 2020a

BILLARD, P.; CLAYTON, N.S.; JOZET-ALVES, C. Cuttlefish retrieve whether they smelt or saw a previously encountered item. *Scientific Reports*, v. 10, n. 5413, p. 1-7, Março de 2020b.

BILDER, RM. Executive control: balancing stability and flexibility via the duality of evolutionary neuroanatomical trends. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, Londres, v. 14, n. 1, p. 39-47, Setembro de 2012.

BINDER, J. R.; DESAI, R. H.; GRAVES, W. W.; CONANT, L. L. Where is the semantic system? a critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, Oxford, v. 19, n.12, p.2767–96, Dezembro de 2009

BINDER, J.R.; DESAI, R.H. The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Science*, Cambridge, v. 15, n.11, Novembro de 2011 p. 527-36.

BIRCH, J. In Search of the Origins of Consciousness. *Acta Biotheoretica*, v. 68, n. n/c, 287-94, Setembro de 2019.

BIRCH, J.; SCHNELL, AK.; CLAYTON, N.S. Dimensions of Animal Consciousness. *Trends Cognitive Science*, v.24, n.10, p.789-801, Outubro de 2020.

BISHOP, D.V. The underlying nature of specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, Londres, v. 33, n. 1, p. 3-66, Janeiro de 1992.

BISHOP, D.V. Motor immaturity and specific speech and language impairment: evidence for a common genetic basis. *American Journal of Medical Genetics*, Hoboken, New Jersey, v. 8, n. 114, p. 56-63, Janeiro de 2002.

BISHOP, D.V.; ADAMS, C.V.; NORBURY, C.F. Distinct genetic influences on grammar and phonological short-term memory deficits: evidence from 6-year-old twins. *Genes, Brain and Behavior*, n/c, v. 5, n. 2, p. 158-69, Março de 2006.

BLAKE, J.; AUSTIN, W.; CANNON, M.; LISUS, A.; VAUGHAN, A. The Relationship between Memory Span and Measures of Imitative and Spontaneous Language Complexity in Preschool Children. *International Journal of Behavioral Development*, n/c, v. 17, n. 1, p. 91–107, Março de 1994.

BLAKE, R.; LOGOTHETIS, N. Visual competition. *Nature Review Neuroscience*, v. 3, p. 13–21, Janeiro de 2002.

BLASI, G.; GOLDBERG, T.E.; WEICKERT, T. DAS, S.; KOHN, P.; ZOLTICK, B.; BERTOLINO, A.; CALLICOTT, J.H.; WEINBERGER, D.R.; MATTAY, V.S. Brain

regions underlying response inhibition and interference monitoring and suppression. *European Journal of Neuroscience*, v.3, n. 6, p. 1658-64, Março de 2006.

BLOCK, N. On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and brain sciences*, Cambridge, v. 18, n.2, p. 227-87, Junho de 1995.

BLOCK, N. The Higher-Order Approach to Consciousness is Defunct. *Analysis*, v. 71, n. 3, p. 419-31, Julho de 2011a.

BLOCK, N. Perceptual consciousness overflows cognitive access. *Trends in Cognitive Sciences*, Cambridge, v. 15, n.12, p. 1-9, Dezembro de 2011.

BLOCK, N. Rich conscious perception outside focal attention. *Trends in Cognitive Science*, Cambridge, v. 18, n.9, p. 445-7, Setembro de 2014.

BLUMSTEIN, S.E. Reflections on the cognitive neuroscience of language. In: Michael S. Gazzaniga (Edt.) *The Cognitive Neurosciences* (4th Ed.), Cambridge, MA: MIT Press, 2009, p. 1235-40.

BOCKELMAN, P.; REINERMAN-JONES, L.; GALLAGHER, S. Methodological lessons in neurophenomenology: Review of a baseline study and recommendations for research approaches. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 7, n. 608, Outubro de 2013.

BOLHUIS, J.; OKANOYA, K.; SCHARFF, C. Twitter evolution: converging mechanisms in birdsong and human speech. *Nature Review Neuroscience*, Londres, v. 11, p. 747–759, Novembro de 2010.

BOLHUIS, J.J.; TATTERSALL, I.; CHOMSKY, N.; BERWICK, R.C. How Could Language Have Evolved? *PLoS Biology*, n/c, v. 12, n.8, p. 1-6, Agosto de 2014.

BOLLINGER, J.; RUBENS, M.T.; ZANTO, T.P.; GAZZALEY, A. Expectation-driven changes in cortical functional connectivity influence working memory and long-term memory performance. *Journal of Neuroscience*, n/c, v. 30, n. 43, p. 14399–14410, Outubro de 2010.

BOLY, M.; COLEMAN, M.R.; DAVIS, M.H.; HAMPSHIRE, A.; BOR, D.; MOONEN, G.; MAQUET, P.A.; PICKARD, J.D.; LAUREYS, S.; OWEN, A.M. When thoughts become action: an fMRI paradigm to study volitional brain activity in non-communicative brain injured patients. *Neuroimage*, v. 36, n. 3, p. 979-92, Julho de 2007.

BOLY, M.; SETH, A. K.; WILKE, M.; INGMUNDSON, P.; BAARS, B.; LAUREYS, S.; EDELMAN, D.; TSUCHIYA, N. Consciousness in humans and non-human animals: Recent advances and future directions. *Frontiers in Psychology*, v. 4, n. 625, p.1-20, 2013.

BOLY, M.; MASSIMINI, M.; TSUCHIYA, N.; POSTLE, B.R.; KOCH, C.; TONONI, G. Are the Neural Correlates of Consciousness in the Front or in the Back of the Cerebral Cortex? Clinical and Neuroimaging Evidence. *Journal of the Neuroscience*, n/c, v. 37, n. 40, p. 9603-13, Outubro de 2017.

BOR, D.; SETH, A.K. Consciousness and the prefrontal parietal network: insights from attention, working memory, and chunking. *Frontiers in Psychology*, Lausenne, v. 3, n. 63, p. 1-14, Março de 2012.

BORNEMANN, B.; WINKIELMAN, P.; VAN DER MEER, E. Can you feel what you do not see? Using internal feedback to detect briefly presented emotional stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, Amsterdã, v.85, n.1, p. 116-24, Julho de 2012.

BOY, F.; HUSAIN, M.; SUMMER, P. Unconscious inhibition separates two forms of cognitive control. *PNAS*, v. 107, n. 24, Junho de 2010, p. 11134–9.

BRANDIMONTE, M. A.; HITCH, G. J.; BISHOP, D. V. M. Influence of short-term memory codes on visual image processing: Evidence from image transformation tasks. *Journal of Experimental Psychology*: *Learing, Memory, and Cognition*, Washington, v. 18, n.1, p. 157-65, Janeiro de 1992.

BRÄUER, J.; CALL, J. The magic cup: Great apes and domestic dogs (Canis familiaris) individuate objects according to their properties. *Journal of Comparative Psychology*, v. 125, n. 3, p. 353-61, Agosto de 2011.

BRAVO-RIVERA, H.; ARZOLA, P.R. [...]; QUIRK, G.J. Characterizing Different Strategies for Resolving Approach-Avoidance Conflict. *Frontiers in Neuroscience*, v.15, n. 608922, p.1-11, Novembro de 2021.

BRODAL P. *The Central Nervous System: Structure and Function*, 3 ed., Oxford: Oxford University Press, 2004, p. 369-96.

BROWN, E.N.; KASS, R.E.; MITRA, P.P. Multiple neural spike train data analysis: state-of-the-art and future challenges. *Nature Neuroscience*, v. 7, n. 5, p.456-61, Maio de 2004.

BROWN, R; LAU, H; LEDOUX, JE. Understanding the Higher-Order Approach to Consciousness. *Trends in Cognitive Science*, Cambridge, v. 23, n. 9, p. 754-768, 2019.

BROWNSETT, S. L.; WARREN, J. E.; GERANMAYEH, F.; WOODHEAD, Z.; LEECH, R..; WISE, R. J. Cognitive control and its impact on recovery from aphasic stroke. *Brain*, Oxford, v. 137, n. 1, p. 242-54, Janeiro de 2014.

BRUNO, M.; NIZZI, M.C.A.; LAUREYS, S.; GOSSERIES, O. Consciousness in the locked-in syndrome. In: Laureys, S.; Gosseries, O. and Tononi G. (Ed.) *The Neurology of Consciousness:* Cognitive Neuroscience and Neuropathology. 2nd Ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2016, p.187-202.

BUCKNER, R.L.; ANDREWS-HANNA, J.R.; SCHACTER, D.L. The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of New York Academy of Science*, v. 1124, n.1, p.1-38. Março de 2008.

BURTON, A.; WON, S.M.; SOHRABI, A.K.; …; GUTRUF, P. Wireless, battery-free, and fully implantable electrical neurostimulation in freely moving rodents. *Microsystems and Nanoengineering*, v. 7, n. 62, p. 1-12, 2021.

BUSCHMAN, T. J.; MILLER, E. K. Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices. *Science*, Washington, v. 315, n. 5820, p. 1860–1862, Março de 2007.

BUTLER, A.; REINER, A.; KARTEN, H. Evolution of the amniote pallium and the origins of mammalian neocortex. *Annals New York Academy of Science*, v. 1225, p. 14–27, Abril de 2011.

CABANAC, M., & CABANAC, J., & PAREN, A. The emergence of consciousness in phylogeny. *Behavioural Brain Research*, v. 2, n. 198, p. 267–72, 2009.

CARRUTERS, P. The evolution of the Language. In: Peter Carruters & Andrew Chamberlain (Eds), *Evolution and the human mind: Modularity, language and meta-cognition*, 1st edition, Cambridge: Cambridge University Press, 2000, p. 254-75.

CARRUTERS, P. The Evolution of Working Memory. *PNAS*, v. 110, n. 2, Junho de 2013, p. 10371-8.

CARRUTERS, P. The Illusion of Conscious Thought. *Journal of Consciousness Studies*, Londres, v. 24, n.9–10, p. 228–52, 2017.

CARRUTHERS, P. Valence and Value. *Philosophy and Phenomenological Research*, v. XCVII, n. 3, p. 658-80, Novembro de 2018.

CARVALHO, G.B.; DAMASIO, A. Interoception and the origin of feelings: A new synthesis. *Bioessays*, v. 43, n. 6, p. 1-11, Junho de 2021.

CASALI, A.G.; GOSSERIES, O.; ROSANOVA, M.; BOLY, M.; SARASSO, S.; CASALI., K.R.; CASAROTTO, S.; BRUNO, M.A.; LAUREYS, S.; TONONI, G.; MASSIMINI, M. A theoretically based index of consciousness independent of sensory processing and behavior. *Science Translational Medicine*, v. 5, n. 198, 1-12, Agosto de 2013.

CÄSAR, C.B.; RICHARD, W.; HOPPITT, W.; YOUNG, R.J.; ZUBERBÜHLER. K. Evidence for semantic communication in titi monkey alarm calls. *Animal Behavior*, Amsterdã, v. 84, n. 2, p. 405-11, 2012.

CATTANEO, Z.; PISONI, A.; PAPAGNO, C. Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience*, v. 183, n. n/c, p. 64-70, Junho de 2011.

CATANI, M.; JONES, D.K.; FFYTCHE, D.H. Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of Neurology*, v. 57, n 1, p. 8-16, Janeiro de 2005.

CHAFE, W. Language and Consciousness. In: In: Philip David Zelazo; Morris Moscovitch; Evan Thompson (ed.), *The Cambridge Handbook of Consciousness*, 1st Ed., Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2007, p. 355-74.

CHALMERS, D. Facing up to the problem of consciousness. *Journal of the Consciousness Studies*, Londres, v. 2, n. 3, p. 200-19, 1995.

CHALMERS, D. *Conscious Mind*: *in Search of a Fundamental Theory*. New York: Oxford University Press, 1996.

CHANG, C.H.C.; DEHAENE, S.; WU, D.H.; KUO, W.J.; PALLIER, C. Cortical encoding of linguistic constituent with and without morphosyntactic cues. *Cortex*, v.129, n. n/c., p. 281-95, Agosto de 2020.

CHARNOV, E. L.; KREBS, J.R. The evolution of alarm calls: altruism or manipulation? *The American Naturalist*, Chicago, v. 109, n. 965, p. 107-12, Janeiro de 1975.

CHEN, P.-Y.; CHEN, C.-L.; HSU, Y.-C.; CAM, C.; TSENG, W.-Y. I. Fluid intelligence is associated with cortical volume and white matter tract integrity within multiple-demand system across adult lifespan. *NeuroImage*, Amsterdã, v. 212, n. 116576, p. 1-11, Maio de 2020.

CHENEY D. L.; SEYFARTH, R. M. Signalers and receivers in animal communication. *Annual Review of Psychology*, Los Angeles, v 54, p. 145-173, Fevereiro de 2003.

CHENEY D.L.; SEYFARTH, R.M. Constraints and pre-adaptations in the earliest stages of language evolution. *The Linguistic Review*, v.22, n. 2-4, p. 135-59, Janeiro de 2005.

CHENNU, S.; BEKINSCHTEIN, T.A. Arousal modulates auditory attention and awareness: insights from sleep, sedation, and disorders of consciousness. *Frontiers in Psychology*, Amsterdã, v. 3, n. 65, p. 1-9, Março de 2012.

CHIARELLO, C. Interpretation of word meanings by the cerebral hemispheres: One is not enough. In: Paula J. Schwanenflugel (Ed.), *The psychology of word meanings*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1991, p. 251–278.

CHIU, L.; LALAND, K. Niche. *Niche Construction*, 2020, https://nicheconstruction.com/resources/ Consulta realizada em 15 de Setembro de 2022.

CHOMSKY N. Review of B.F. Skinner's Verbal Behavior. *Language*, v. 35, 1959, p. 26-58. https://web-archive.southampton.ac.uk/cogprints.org/1148/ . Consulta realizada em 10 de Setembro de 2022.

CHOMSKY, N. *Aspectos da Teoria da Sintaxe*. (2 ed.), Coimbra: Sucessor, 1978.

CHOMSKY, N. Explaining language use. *Philosophical Topics*, Fayetteville, v. 20, n.1, p. 205-31, Março de 1992.

CHOMSKY, N. Language and nature. *Mind*, Oxford, v. 104, n.413, p. 1–61, Janeiro de 1995.

CHOMSKY, N. Minimalist inquiries: The framework. In: Martin R, Michaels D, Uriagereka J, (ed). *Step by step: Essays on minimalist syntax in honor of Howard Lasnik*. Cambridge, MA: MIT Press, 2000, p. 89-155.

CHRISTOPHEL, T. B.; IAMSHCHININA, P.; YAN, C.; ALLEFELD, C.; HAYNES, J.-D. Cortical specialization for attended versus unattended working memory. *Nature Neuroscience*, Londres, v. 21, n.4, p. 494-96, Abril de 2018.

CHUN, M. M. Visual working memory as visual attention sustained internally over time. *Neuropsychologia*, Amsterdã, v. 49, n.6, 1407–1409, Maio de 2011.

CHURCHLAND, P.M. *The Engine of the Reason, the Set of the Soul: A Philosophical Journey into the Brain*. 1st Edition, Cambridge: MIT Press/A Bradford Book., p. 1994, 187-26.

CHURCHLAND, P.S. Neurophilosophy: towards to a unified science of mind/brain. 1 st Ed, Cambridge: MIT Press, 1989, p. 349-99.

CHURCHLAND, P.S.; SEJNOWSKI, T. Neural Representation and Neural Computation. *Philosophical Perspectives*, v.4, p. 343-82, 1990.

CHURCHLAND, P.S.; SEJNOWSKI, T. *The Computational Brain*. (4th ed.) Cambridge, MA: The MIT Press, 1996, p. 14-51.

CHURCHLAND, P. S. *Brain-wise: Studies in neurophilosophy*. 1st ed., Cambridge, MA: MIT Press, 2002, p. 59- 240.

CHURCHLAND, P.S. A neurophilosophical slant on consciousness research. *Progress in Brain Research*, Amsterdã, v. 149, p. 285-293, 2005.

CHURCHLAND, P.M. *Matter and Consciousness*. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.

CIESLIK, E.C.; MUELLER, V.I.; EICKHOFF, C. R.; LANGNER, R.; EICKHOFF, S. B. Three key regions for supervisory attentional control: Evidence from neuroimaging meta-analyses. *Neuroscience Biobehavior Review*, Amsterdã, v. 0, n. 22-34, p. 1-38, Janeiro de 2015

CLARK, A. G.; GLANOWSKI, S.; NIELSEN, R.; THOMAS, P. D.; KEJARIWAL, A.; TODD, M. A.; […]; SNINSKY, J.J.; ADAMSN, M.D.; CARGILL, M. Inferring non neutral evolution from human-chimp-mouse orthologous gene trios. *Science*, Londres, v. 302, n. 5652, p. 1960–3, Dezembro de 2003.

CLARK, R.E.; SQUIRE, L.R. Classical conditioning and brain systems: the role of awareness. *Science*, v. 280, n. 5360, p.77-81 Abril de 1998.

CLAYTON, N.S.; BUSSEY, T.J.; DICKINSON, A. Can animals recall the past and plan for the future? *Nature Review Neuroscience*, v. 4, n. 8, p. 685-91, Augosto de 2003.

COHEN, J.; MESKIN, A. An objective counterfactual theory of information. *Australasian Journal of Philosophy*, v. 84, n.3, p. 333–352, Setembro de 2006.

COHEN, M.; DENNETT, D. Consciousness cannot be separated from function. *Trends in Cognitive Sciences*, Cambridge, v. 15, n. 8, p. 358-64, Agosto de 2011.

COHEN, M.; CAVANAGH, P.; CHUN, M.M.; NAKAYAMA, K. The attentional requirements of consciousness. *Trends Cognitive Science*, Cambridge, v. 16, n.8, p. 411, Agosto de 2012

COHEN, J. R.; D'ESPOSITO, M. The segregation and integration of distinct brain networks and their relationship to cognition. *Journal of Neuroscience*, n/c, v. 36, n.48, p. 12083-94, Novembro de 2016.

COHEN, J. D. Cognitive Control: Core Constructs and Current Considerations. In: EGNER, T. (Ed.), *The Wiley Handbook of Cognitive Control*, 1st ed., Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, Janeiro de 2017, p. 1-28.

COHEN, L.; JOBERT, A.; LE BIHAN, D.; DEHAENE, S. Distinct unimodal and multimodal regions for word processing in the left temporal cortex. *Neuroimage*, v. 23, n. 4, p. 1256-70, Dezembro de 2004.

COLOMBRO, B.; BARTESAGHI, N. SIMONELLI, L.; ANTONETTI, A. The combined effects of neurostimulation and priming on creative thinking. A preliminary tDCS study on dorsolateral prefrontal córtex. *Frontiers in Human Neuroscience*, v.9, n. 403, p. 1-12, Julho de 2015.

CONCHIGLIA, G.; DELLA ROCCA, G.; GROSSI, D. On a peculiar environmental dependency syndrome in a case with frontal-temporal damage: zelig-like syndrome. *Neurocase*, Londres, v. 13, n.1, p. 1-5, Fevereiro de 2007.

COOK, A. E.; MEYER, A. S. Capacity demands of phoneme selection in word production: New evidence from dual-task experiments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Washington, v. 34, n.4, p.886–89, Julho de 2008.

COOPER, R. A.; RITCHEY, M. Cortico-hippocampal network connections support the multidimensional quality of episodic memory, *eLife*, n/c, v. 8, n. e45591, p. 1-22, Março de 2019.

CORBALLIS, P. M.; GRATTON, G. Independent control of processing strategies in the left and right hemifields. *Biological Psychology*, v. 64, n.1-2, p. 191-209, Outubro de 2003.

CORBALLIS, M. The Evolution of Consciousness. In: Philip David Zelazo; Morris Moscovitch; Evan Thompson (ed.) *The Cambridge Handbook of Consciousness*, 1st Ed., Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2007, p. 571-95.

COSMIDES, L.; TOOBY J. *Evolutionary psychology: a primer*. (1997). Disponível em: http://www.cep.ucsb.edu/primer.html Data da consulta: 29/08/2022.

COSMIDES, L.; BARRETT, H.C.; TOOBY, J. Colloquium paper: adaptive specializations, social exchange, and the evolution of human intelligence. *PNAS*, v. 107, n. 2, p. 9007-14, Maio de 2010.

COSMIDES, L.; TOOBY, J. Evolutionary Psychology: New Perspectives on Cognition and Motivation. *Annual Review of Psychology*, Los Angeles, v. 64, p.201-29, Janeiro de 2013.

COURTNEY, S. M..; UNGERLEIDER, L. G.; KEIL, K.; HAXBY, J. V. Object and spatial visual working memory activate separate neural systems in human cortex. *Cerebral Cortex*, Oxford, v. 6, p. 39-49, 1996.

COURTNEY, S. M.; PETIT, L.; MAISOG, J. M.; UNGERLEIDER, L. G.; HAXBY, J. V. An area specialized for spatial working memory in human frontal cortex. *Science*, v. 279, n. 5355, p. 1347–51, Fevereiro de 1998.

COWAN, N. Evolving conceptions of memory storage, selective attention and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, Washington, v. 104, n. 2, p. 163-91, Setembro de 1988.

COWAN, N. What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress Brain Research*, Amsterdã, v. 169, 2008, p. 323–38.

COWAN, N. Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, Londres v. 26, n.2, p. 197-223, Junho de 2014.

COWAN, N.; ELLIOTT, E. M.; SAULTS, J. S.; MOREY, C. C.; MATTOX, S.; HISMJATULLINA, A.; CONWAY, A. R. A. On the capacity of attention: its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, Amsterdã, v. 51, n.1, p. 42–100, Agosto de 2005.

COWEY, A.; STOERIG, P. Blindsight in monkeys. *Nature*, v. 373, p. 247-9, 1995.

COWEY A. The blindsight saga. *Experimental Brain Research*, v. 200, n. 1, p. 3-24, Janeiro de 2010.

CRAIG, A.D. How do you feel--now? The anterior insula and human awareness. *Nature reviews neuroscience*, Londres, v. 10, n. 1, p. 59-70, Janeiro de 2009.

CRATSLEY, C.K. LEWIS, S.M. Seasonal variation in mate choice of Photinus ignitus fireflies. *Ethology*, Londres, v. 111, n.1, p. 89–100, Janeiro de 2005.

CRICK, F. Function of the thalamic reticular complex: The searchlight hypothesis, PNAS, n/c, v. 81, p. 4586-90, Julho de 1984.

CRICK, F; KOCH, C. Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in Neuroscience*, Amsterdã, v. 2, p. 263-75, 1990

CRICK, F.; KOCH, C. The problem of consciousness. *Scientific American*, New York, v.267, n.3, p. 152-159, Setembro de 1992.

CRICK, F. *The Astonishing Hypothesis: the scientific search for the soul*. New York: Simon and Schuster, 1994, p. 231-53.

CRICK, F & KOCH, C. A Framework for Consciousness, *Nature Neuroscience*, Londres, v. 6, n. 2, p. 120-6, Novembro de 2003.

CRICK, F; KOCH, C.; KREIMAN, G.; FRIED, I. Consciousness and Neurosurgery. *Neurosurgery*, n/c, v. 55, n.2, p 273-82, Agosto de 2004.

CRITTENDEN, B. M.; MITCHELL, D. J.; DUNCAN, J. Task encoding across the multiple demand cortex is consistent with a frontoparietal and cingulo-opercular dual networks distinction. *Journal of Neuroscience*, n/c, v. 36, n.23, p. 6147-55, Junho de 2016.

CRUMP, M. J. C.; VAQUERO, J. M. M.; MILLIKEN, B. Context-specific learning and control: The role of awareness, task-relevance, and relative salience. Consciousness and *Cognition*, v. 17, n.1, p. 22-36, Março de 2008.

DAMASIO, A.R.; GESCHWIND, N. The Neural Basis of Language. *Annals Review Neuroscience*, v.7, p. 127-47, 1984.

DAMASIO, A.R. Time-locked multiregional retroactivation: a systems level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition*, v. 33, p. 25-62, 1989a.

DAMASIO, A.R. Concepts in the Brain. *Mind and Language*, v. 4, n. ½, p. 24-8. 1989b.

DAMASIO, A.R.; TRANEL, D. Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems. *PNAS*, n/c, v. 90, n.11, p. 4957-60, Junho de 1993.

DAMASIO, A.R.; DAMASIO, H. Brain and Language, *Scientific American*, New York, v. 267, n. 3, p. 88-109, Setembro de 1992.

DAMASIO, A.R. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. NY: Peguin Books, 1994.

DAMASIO, A. R. The Somatic Marker Hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions. Real Society London B*, Londres, v. 351, p.1413-20, 1996.

DAMASIO, A. R. Investigating the biology of consciousness. *Philosophical Transactions Real Society London B*. v. 353, p.1879-1882, 1998.

DAMASIO AR et.al. Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature Neuroscience*. 3, 10, 1049-56, 2000.

DAMASIO, A.R. How the Brain Creates the Mind? *Scientific Americam*, v. n/c, n. n/c, , p. 112-7, Dezembro de 1999.

DAMASIO, A.R. *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, And the Feeling Brain*. Orlando, FL: Harcourt, 2003.

DAMASIO, A.R. O *Erro de Descartes: emoção, razão e cérebro humano*. Companhia das Letras: São Paulo. 2005

DAMASIO, A. R. *Self comes to mind: constructing the conscious brain*. 1st Ed., New York: Pantheon Books, 2010.

DAMASIO, A.; CARVALHO, G.B. The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 14, p. 143-152, 2013.

DAMASIO, A.R. *The Strange Order of Things: Life, Feeling, and the Making of Cultures*. New York: Pantheon Books, 2018.

DAMOISEAUX, J.S.; ROMBOUTS, S.A.; BARKHOF, F.; SCHELTENS, P.; STAM, C.J.; SMITH. S.M.; BECKMANN, C.F. Consistent resting-state networks across healthy subjects. *PNAS*, v. 103, n. 37, p. 13848-53. Setembro de 2006,

DANEMAN., M.; CASE, R. Syntactic form, semantic complexity, and short-term memory: Influences on children's acquisition of new linguistic structures. *Developmental Psychology*, v. 17, n.4, p. 367-378, Julho de 1981.

DARWIN, C.R. *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray, (1st edition), 1872. Texto disponível online. http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1142&viewtype=text&pageseq=1. Acessado em 5 de Julho de 2022.

DAVIS, M. The role of the amygdala in conditioned fear. In: Aggleton, John P. (Ed). The amygdala: *Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction*, New York: Wiley-Liss, xii, p 255-306, 1992.

DAWES, A.J.; KEOGH, R.; ROBUCK, S.; PEARSON, J. Memories with a blind mind: Remembering the past and imagining the future with aphantasia. *Cognition*, v. 227, n. 105192, p. 1-17, Outubro de 2022.

DAWKINS, R. *O gene egoísta*. (1st Ed.) São Paulo: Itatiaia, 2001.

DE GARDELLE, V.; KOUIDER, S. Cognitive theories of consciousness. In: BANKS, W. (ed.), *Encyclopedia of Consciousness*. Oxford: Elsevier, pp. 135–146, 2009.

DEHAENE-LAMBERTZ, G.; DUPOUX, E.; GOUT, A. Electrophysiological correlates of phonological processing: a cross-linguistic study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 12, n. 4, p. 635-47, Julho de 2000.

DEHAENE-LAMBERTZ, G.; DEHAENE, S.; HERTZ-PANNIER, L. Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, v. 298, n. 5600, p. 2013–2015, Dezembro de 2002.

DEHAENE, S.; KERSZBERG, M.; CHANGEUX, J.P. A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *PNAS*, n/c, v. 95, n.24, p. 14529-34, Novembro de 1998.

DEHAENE, S.; SPELKE, E.; PINEL, P.; STANESCU, R.; TSIVKIN, S. Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science*, 284, p. 970-6, 1999.

DEHAENE, S.; NACCACHE, L. Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*. v.79, n. 1-2, p. 1-37, Abril de 2001.

DEHAENE, S.; NACCACHE, L.; COHEN, L.; BIHAN, D.L.; MANGIN, J.F.; POLINE, J.B.; RIVIÈRE, D. Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neuroscience*, v. 4, n. 7, p. 752-8, Julho de 2001.

DEHAENE, S.; SERGENT, C.; CHANGEUX, J.P. A neuronal network model linking subjective reports and objective physiological data during conscious perception. *PNAS*, v. 100, n.14, p. 8520-5, Julho de 2003.

DEHAENE, S.; CHANGEUX, J.P. Ongoing spontaneous activity controls access to consciousness: A neuronal model for inattentional blindness. *PLoS Biology*, n/c, v. 3, n. 5, p. 910-27, Maio de 2005.

DEHAENE, S.; CHANGEUX, J.P.; NACCACHE, L.; SACKUR, J.; SERGENT, C. Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences*. Cambridge, v.10, n. 5, p. 204-11, Maio de 2006.

DEHAENE, S. & CHANGEUX, JP. Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing. *Neuron*. 70, p. 200-28, 2011.

DEHAENE, S. Theorizing Consciousness. In: DEHAENE, S. *Consciousness and the brain: deciphering how the brain codes our thoughts*. New York: Viking, 2014, p. 175-214.

DEHAENE, S.; LAU, H.; KOUIDER, S. What is consciousness, and could machines have it? *Science*, v. 358, n. 6263, p. 486-492, Outubro de 2017.

DELAGE, H.; FRAUENFELDER U.H. Relationship between working memory and complex syntax in children with Developmental Language Disorder. *Journal of Child Language*, v.47, n.3, p. 600-32, Maio de 2020.

DE LANGE, F.P.; JENSEN, O.; DEHAENE, S. Accumulation of evidence during sequential decision making: the importance of top-down factors. *Journal of Neuroscience*, v. 30, n. 2, p. 731-8, Janeiro de 2010.

DE LANGE, F.P.; VAN GAAL, S.; LAMME, V.A.; DEHAENE, S. How awareness changes the relative weights of evidence during human decision-making. *PLoS Biology*, v. 9, n. 11, p.1-10, Novembro de 2011.

DEL CUL, A.; BAILLET, S.; DEHAENE, S. Brain dynamics underlying the nonlinear threshold for access to consciousness. *PLoS Biology*, v. 5, n. 10, p. 2408-23, Outubro de 2007.

DENNETT, D. *Brainstorms: philosophical essays in mind and psychology*, 1st Edition, Cambridge: MIT Press, 1981.

DENNETT, D. *Consciousness Explained*. 1st Ed., New York: Back Bay Books, 1991, p. 101-39.

DENNETT, D. Temporal anomalies of consciousness: implications of the uncentered brain. In: Y. Christen and P. S. Churchland (eds.) *Neurophilosophy and Alzheimer's Disease*. Berlin: Springer-Verlag, 1992. Consulta online em 22-09-2023: https://web-archive.southampton.ac.uk/cogprints.org/265/1/tempanom.htm

DENNETT, D. No bridge over the stream of consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 21, n. 6, p. 753-4, 1998.

DENNETT, D. *From Bacteria to Bach and Back the Evolution of Minds*. New York: WW Norton & Company. 2017.

DENNETT, D. Facing up to the hard question of consciousness. *Philosophical Transactions Real Society London B*, Londres, v. 373, p. 1-7, Abril de 2018.

DESIMONE, R.; DUNCAN, J. Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual. Review Neuroscience*, v. 18, n. n/c, p. 193–222, Março de 1995.

DESIMONE, R. Neural mechanisms for visual memory and their role in attention, *PNAS*, n/c, v. 93, n. 24, p. 13494-9, Novembro de 1996.

D'ESPOSITO M.; POSTLE B. The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, v. 66, p. 115–142, Janeiro de 2015.

DE VIGNEMONT, F.; SINGER, T. The empathic brain: how, when and why? *Trends in Cognitive Science*. v. 10, n. 10, p. 435-41, Outubro de 2006.

DE VRIES, M.H.; BARTH, A.C.; MAIWORM, S.; KNECHT, S.; ZWITSERLOOD, P.; FLÖEL, A. Electrical stimulation of Broca's area enhances implicit learning of an artificial grammar. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 22, n. 11, p. 2427-36, Novembro de 2010.

DE WALL, F.B.M.; PRESTON, S.D. Mammalian empathy: behavioral manifestations and neural basis. *Nature Reviews Neuroscience*, Londres, v. 18, p. 1-12, Junho de 2017.

DEWITT, I.; RAUSCHECKER, J.P. Phoneme and word recognition in the auditory ventral stream. *PNAS*, v. 109, n. 8, p. E505-14, Fevereiro de 2012.

D'MELLO, A. M.; STOODLEY, C. J. Cerebro-cerebellar circuits in autism spectrum disorder. *Frontiers in Neuroscience*, Lausenne, v. 9, n. 408, p. 1-18, Novembro de 2015.

DI BITETTI, M. S. Food-associated calls and audience effects in tufted capuchin monkeys (Cebus apella nigritus*). Animal Behavior*, v. 69, p. 911-9, Fevereiro de 2005.

DIXON, M. L.; ANDREWS-HANNA, J.R. SPRENG; IRVING, Z.C.; MILLS, C.; MANESH GIRN, M.; CHRISTOFF, K. Interactions between the default network and dorsal attention network vary across default subsystems, time, and cognitive states. *Neuroimage*, v. 147, p. 632-49, Janeiro de 2017.

DOUCET, G.; NAVEAU, M.; PETIT, L.; DELCROIX, N.; ZAGO, L.; CRIVELLO, F.; JOBARD, G.; TZOURIO-MAZOYER, N.; MAZOYER, B.; MELLET, E.; JOLIOT, M. Brain activity at rest: a multiscale hierarchical functional organization. *Journal of Neurophysiology*, v. 105, n. 6, p. 2753-63, Junho de 2011.

DOUPE, A.J.; KUHL, P. Birdsong and human speech: common themes and mechanisms. *Annual Review Neuroscience*, v. 22, p. 567-631, Março de 1999.

DRETSKE, F. *Explaining behavior*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988, p. 51-108.

DRETSKE, F. Epistemology and information. In: Adraans, P. & Van Benthem, J. (eds). *Handbook of the philosophy of science*, Philosophy of information, Vol. 8, Amsterdam: Elsevier-North Holland. P. 29-47, 2008.

DRONKERS, N.F.; WILKINS, D.P.; VAN VALIN JR, R.D.; REDFERN, B.B.; JAEGER, J.J. Lesion analysis of the brain areas involved in language comprehension. *Cognition*, v. 92, n. 1-2, 145-77, Maio-Junho de 2004.

DUNCAN J. The multiple-demand (MD) system of the primate brain: mental programs for intelligent behaviour. *Trends in Cognitive Science*, v.14, n. 4, p. 172-9, Abril de 2010.

ECKERT, P. *Jocks and Burnouts: Social Categories and Identity in the High School*. (1st Ed.), New York: Teachers College Press, 1989, p. 1-24.

EDELMAN, D. B. Animal Consciousness. In: William P. Banks, (Editor), *Encyclopedia of Consciousness*. 1st Ed., Oxford: Elsevier, 2009, p. 23-36.

EDELMAN, D.; SETH, A.K. Animal consciousness: a synthetic approach. *Trends in Neuroscience*, v. 32, n.9, p. 476-84, 2009.

EDELMAN, D., GALLY, J., BAARS, B. Biology of Consciousness. *Frontiers in Psychology*. v, 2 n. 4, p. 1-7, 2011.

EDELMAN G.M. & TONONI, G. *A Universe of Consciousness: How Matter Becomes Imagination*. 1st Ed., New York: Basic Books. 2000, p. 113-24.

EDELMAN, G. *Bright Air, Brilliant Fire: on the matter of the mind*. (1st Ed.), Washington: Basic Books, 1992, p. 33-73.

EDELMAN, G. Naturalizing consciousness: A theoretical framework, *PNAS*, n/c, v. 100, n. 9, p. 5520–5524, Abril de 2003.

EGNER, T.; HIRSCH, J. Cognitive control mechanisms resolve conflict through cortical amplification of task-relevant information. *Nature Neuroscience*, v. 8, n. 12, p. 1784-90, Dezembro de 2005.

EGNER, T. Multiple conflict-driven control mechanisms in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 12, n.10, p. 374-80, Outubro de 2008.

EICHENBAUM, H.; FAGAN, A.; MATHEWS, P.; COHEN, N.J. Hippocampal system dysfunction and odor discrimination learning in rats: impairment or facilitation depending on representational demands. *Behavioral Neuroscience*, v. 102, n. 3, p. 331-9, Junho de 1988.

EIMER, M.; SCHLAGHECKEN, F. Effects of masked stimuli on motor activation: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 24, n. 6, p. 1737-47, Dezembro de 1998.

EIMER, M. Facilitatory and inhibitory effects of masked prime stimuli on motor activation and behavioural performance. *Acta Psychologica (Amst)*, v.101, n. 2-3, p. 293-313, Abril de 1999.

EKLUND, A.; NICHOLS, T. E., KNUTSSON, H. Cluster failure: Why fMRI inferences for spatial extent have inflated false-positive rates. *PNAS*, v.113, n. 28, p. 7900-05, Julho de 2016.

ELLIOTT, M.L.; KNODT, A.R.; IRELAND, D.; MORRIS, M.L.; POULTON, R.; RAMRAKHA, S.; SISON M.L.; MOFFITT, T.E.; CASPI, A.; HARIRI, A.R. What Is the Test-Retest Reliability of Common Task-Functional MRI Measures? New Empirical Evidence and a Meta-Analysis. *Psychological Science*, v. 31, n. 7, p. 792-806, Julho de 2020.

ELLIS, G.F. Top-down causation and emergence: some comments on mechanisms. *Interface Focus*, v. 2, n. 1, p. 126-40, Fevereiro de 2012.

ELLIS, N.; BEATON, A. Factors affecting the learning of foreign language vocabulary: Imagery keyword mediators and phonological short-term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, v. 46, n. 3, p. 533–58, 1993.

ELLIS, N. Consciousness in second language learning: Psychological perspectives on the role of conscious processes in vocabulary acquisition. *AILA Review*, v.11, p. 37-56, 1994.

EKMAN, P. *Emotions Reveled: recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life*. 1st edition. New York: Times Books, 2003, p. 1-17.

ENARD, W.; PRZEWORSKI, M.; FISHER, S.E.; LAI, C.S.; WIEBE, V.; KITANO, T.; MONACO, A.P.; PÄÄBO, S. Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language. *Nature*, v. 418, n. 6900, p. 869-72, Agosto de 2002.

ENGELMANN, J.B.; PESSOA, L. Motivation Sharpens Exogenous Spatial Attention. *Emotion*. v.7, n. 3, p. 668-74, Novembro de 2007.

ENGELMANN, J.B.; Damaraju, E.; Padmala, S.; PESSOA, L. Combined effects of attention and motivation on visual task performance: transient and sustained motivational effects. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 3, n.4, p. 1-17, Março de 2009.

EPSTEIN, S. The Ecological Study of Emotions in Humans. In: Pliner, P., Blankstein, K.R., Spigel, I.M. (eds), *Perception of Emotion in Self and Others. Advances in the Study of Communication and Affect*, 1st ed., Boston, MA: Springer, p. 47-83, 1979.

ERGORUL, C.; EICHENBAUM, H. The hippocampus and memory for "what," "where," and "when". *Learning and Memory*, v. 11, n. 4, p. 397-405, Julho-Agosto de 2004.

ESTER, E. F.; NOURI, A.; RODRIGUEZ, L. Retrospective Cues Mitigate Information Loss in Human Cortex during Working Memory Storage. *Journal of Neuroscience*, v. 38, n. 40, 3, p. 8538-48, Outubro de 2018.

EVANS, C.S.; MARLER, P. Food-calling and audience effects in male chickens, Gallus-gallus: their relationships to food availability, courtship and social facilitation. *Animal Behavior*, v. 47, n.5, p. 1159-70, 1994.

EVANS, C.S.; EVANS, L.; MARLER, P. On the meaning of alarm calls: functional reference in an avian vocal system. *Animal Behavior*, v. 46, n.1, p. 23-38, Julho de 1993a.

EVANS, C.S.; MACEDONIA, J.M.; MARLER. Effects of apparent size and speed on the response of chickens (Gallus-gallus) to computer-generated simulations of aerial predators. *Animal Behavior*, v. 46, n.1, p. 1-11, Julho de 1993b.

ERWIN, D.H.; LAFLAMME, M.; TWEEDT, S.M.; SPERLING, E.A.; PISANI, D.; PETERSON, K.J. The Cambrian conundrum: early divergence and later ecological success in the early history of animals. *Science*, v. 334, n. 6059, p. 1091-7, Novembro de 2011.

FANG, Y.; HAN, Z.; ZHONG, S.; GONG, G.; SONG, L.; LIU, F.; […] BI, Y. The semantic anatomical network: evidence from healthy and brain-damaged patient populations. *Human Brain Mapping*, V. 36, 2015, P. 3499–3515.

FARAH, M. Neuroethics and the Problem of Other Minds: Implications of Neuroscience for the Moral Status of Brain-Damaged Patients and Nonhuman Animals. *Neuroethics*, v. 1, p. 9-18, Fevereiro de 2008.

FARRIES, M.A.; PERKEL, D.J. A telencephalic nucleus essential for song learning contains neurons with physiological characteristics of both striatum and globus pallidus. *Journal of Neuroscience*, v. 22, n.9, p.3776-87, Maio de 2002.

FASSBINDER, W.; TOMPKINS, C.A. Hemispheric differences in word-meaning processing: Alternative interpretations of current evidence. *Aphasiology*, v.20, n. 2-4, Fevereiro de 2006, p. 110–22.

FEINBERG, T & MALLATT, J. The evolutionary and genetic origins of consciousness in the Cambrian Period over 500 million years ago. *Frontiers in Psychology*. 4, 667, 2013, p. 1-28.

FEINBERG, T & MALLATT, J. *The Ancient Origins of Consciousness How the Brain Created Experience*. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.

FEINBERG, T. & MALLATT, J. *Consciousness Demystified*. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.

FERBINTEANU, J. Memory systems 2018-towards a new paradigm. *Neurobiology of Learning and Memory*, v. 157, Janeiro de 2019, p. 61–78.

FICTH; W.T.; REBY, D. The descended larynx is not uniquely human. *Proceedings Real Society London B*, v. 268, 2001, p. 1669-75.

FINC, K.; BONNA, K.; HE, X.; LYDON-STALEY, D.DM.; KHUN, S.; DUCH, W.; BASSETT, D. Dynamic reconfiguration of functional brain networks during working memory training. *Nature Communication*, v. 11, n. 2435, Maio de 2020, p. 1-15.

FIORI, V.; COCCIA, M.; MARINELLI, C.V.; VECCHI, V.; BONIFAZI, S.; CERAVOLO, M.G.; PROVINCIALI, L.; TOMAIUOLO, F.; MARANGOLO, P. Transcranial direct current stimulation improves word retrieval in healthy and nonfluent aphasic subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 23, n. 9, p. 2309-23, Setembro de 2011.

FISHER, S. E.; VARGHA-KHADEM, F.; WATKINS, K. E.; MONACO, A. P.; PEMBREY, M. E. Localisation of a gene implicated in a severe speech and language disorder. *Nature Genetics*, v. .18, n.2, p. 168–170, Fevereiro de 1998.

FLEMING, S.M.; WEIL, R.S.; NAGY, Z.; DOLAN, R.J.; REES, G. Relating Introspective Accuracy to Individual Differences in Brain Structure. *Science*, v. 329, Setembro de 2010, p. 1541-3.

FLEMING, S.M.; FRITH, C.; GOODLE, M.; LAU, H.; LEDOUX, J.; LEE, A.L.F.; MICHEL, M.; OWEN, A.; PETERS, M.A.K; SLAGTER, H.A; […]; YAN, K. The Integrated Information Theory of Consciousness as Pseudoscience. *PsyArXiv Preprints*, "Disponível em: <https://osf.io/preprints/psyarxiv/zsr78/>". Acesso em: 10/10-2023.

FLODEN, D.; STUSS, D.T. Inhibitory control is slowed in patients with right superior medial frontal damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 18, n.11, p.1843-9, Novembro de 2006.

FLÖEL, A.; RÖSSER, N.; MICHKA, O.; KNECHT, S.; BREITENSTEIN, C. Noninvasive brain stimulation improves language learning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 20, n. 8, p. 1415-22, Agosto de 2008.

FODOR, J. A. The mind–body problem. *Scientific American*, v. 244, n. 1, p. 114–23, Janeiro de 1981.

FOERSTER, R. M.; SCHNEIDER, W. X. Involuntary top-down control by search-irrelevant features: Visual working memory biases attention in an object-based manner. *Cognition*, v. 172, Março de 2018, p. 37-45.

FOOTE, A. L.; CRYSTAL, J. D. Metacognition in the rat. *Current Biology*, v. 17, n. 6, p. 551-5, Março de 2007.

FORSTER, K.I.; STEVENSON, B.J. Sentence matching and well-formedness. *Cognition*, v. 26, 1987, p. 171-86.

FOX, M.D.; RAICHLE, M.E. Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional magnetic resonance imaging. *Nature Review Neuroscience*, v. 8, n. 9, p. 700-11, Setembro de 2007.

FRANKISH, K. Illusionism as a Theory of Consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, n/c, v. 23, n. 11-12, p. 11-39, n/c 2016.

FRASSLE,S.; SOMMER, J.; JANSEN, A.; NABER, M.; EINHA¨USER, W. Binocular Rivalry: Frontal Activity Relates to Introspection and Action But Not to Perception, *The Journal of Neuroscience*, v. 34, n. 5, Janeiro de 2014 p. 1738 -47.

FREEMAN, W.J. The physiology of perception. *Scientific American*. Nova York, v. 264, n2, p. 78–85, Fevereiro de 1991.

FRIEDMAN, N.P.; MIYAKE, A.; YOUNG, S.E.; DEFRIES, J.C.; CORLEY, R.P. HEWITT JK. Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 137, n.2, Maio de 2008, p. 201-25.

FRIEDERICI, A.D. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Science*, v. 6, n.2, Fevereiro de 2002, p. 78-84.

FRIEDERICI, A.; RÜSCHEMEYER, S.A.; HAHNE, A.; FIEBACH, C.J. The Role of Left Inferior Frontal and Superior Temporal Cortex in Sentence Comprehension: Localizing Syntactic and Semantic Processes. *Cerebral Cortex*, v.13, n.2, Fevereiro de 2003, p. 170-7.

FRIEDERICI, A., FIEBACH, C.J.; SCHLESEWSKY, M.; BORNKESSEL, I.D.; VON CRAMON, D.Y. Processing linguistic complexity and grammaticality in the left frontal cortex. *Cerebral Cortex*, v. 16, n. 12, p. 1709-17, Dezembro de 2006.

FRIEDERICI, A.D. The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function. *Physiology Review*, v. 91, 2011, p. 1357-92.

FRISTON, KJ, BUECHEL, C.; FINK, G.R.; MORRIS, J.; ROLLS, E.; DOLAN, R.J. Psychophysiological and modulatory interactions in neuroimaging. *Neuroimage*, v. 6, n. 3, p. 218-29, Outubro de 1997.

FRISTON, K.J.; HARRISON, L.; PENNY, W. Dynamic causal modelling. *Neuroimage*, v. 19, n. 4, p. 1273-302, Agosto de 2003.

FRITH, C.; PERRY, R.; LUMER, E. The neural correlates of conscious experience: an experimental framework. *Trends Cognitive Science*, v. 3, n. 3, p. 105-14, Março de 1999.

FRITH, C. The neural basis of consciousness, *Psychological Medicine*, v. 51, n. 4, p. 550–562, Março de 2019.

FUNES, M. J.; LUPIÁÑEZ, J.; HUMPHREYS, G. Sustained vs. transient cognitive control: Evidence of a behavioral dissociation. *Cognition*, v. 114, n.3, p. 338-47, Agosto de 2010.

FUSTER, J.M.; ALEXANDER, G.E. Neuron activity related to short-term memory. *Science*, v. 173, n. 3997, p. 652-4, Agosto de 1971.

FUSTER, J.M. Unit activity in prefrontal cortex during delayed-response performance: neuronal correlates of transient memory. *Journal of Neurophysiology*, v. 36, n. 1, Janeiro de 1973, p. 61–78.

FUSTER, J.M. Cortex and Mind: unifying cognition. 1st ed., New York: Oxford University Press, 2003, p. 17-54.

GABORA, L.; SCOTT, E.O.; KAUFFMANN, S. A quantum model of exaptation: Incorporating potentiality into evolutionary theory. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, v. 113, Abril de 2013, p. 108-16.

GALLAGHER, S. Neurophilosophy and neurophenomenology. In: L. Embree and T. Nenon (eds.), *Phenomenology*, 1st Ed., Bucareste: Zeta Press, n/c. 2007, p. 293-316.

GALLAGHER, S. On the possibility of naturalizing phenomenology. In: *The Oxford Handbook of Contemporary Phenomenology*, Dan Zahavi (ed.), Oxford: Oxford Academic, p. 70-92, Janeiro de 2012.

GALLAGHER, S. & ZAHAVI, D. *The Phenomenological Mind*. 2nd Edition, New York: Routledge, 2012, p. 51-76.

GALLESE, V.; GOLDMAN. A. Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Science*, v. 2, n. 12, p. 493-501, Dezembro de 1998.

GALLESE, V. The 'Shared Manifold' Hypothesis: From Mirror Neurons to Empathy *Journal of Consciousness Studies*, v. 8, n. 5–7, 2001, p. 33–50.

GALLESE, V.; KEYSER, C.; RIZZOLATTI, G. A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in cognitive sciences*, v. 8, n. 9 Setembro de 2004, p. 396-403.

GALLUP, G. G. JR. Chimpanzees: Self-Recognition. *Science*, v. 167, n. 3914, p. 86-7. 1970.

GALLUP, G. G., JR., & ANDERSON, J. R. Self-recognition in animals: Where do we stand 50 years later? Lessons from cleaner wrasse and other species. *Psychology of Consciousness: Theory, Research, and Practice*, v. 7, n. 1, p. 46–58, 2020.

GAMBA, M. Vocal tract-related cues across human and nonhuman signals. *Reti, Saperi, Linguaggi*, v. 1, Junho de 2014, p. 49-66.

GARAVAN, H. Serial attention within working memory. *Memory & Cognition*, v. 26, Março de 1998, p. 263-76.

GATHERCOLE, S. E. Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics*, v. 27, n.4, Setembro de 2006, p. 513–43.

GAZZALEY, A.; NOBRE, A. C. Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends Cognitive Science*, v. 16, n.2, Fevereiro de 2012, p. 129–35.

GAZZANIGA, M. The Split Brain in Man. *Scientific American*, v.217, n.2, Agosto de 1967, p. 24-9.

GAZZANIGA, M. Looking toward the future: perspective on examining the architecture and function of the human brain as a complex system. In: Michael S. GAZZANIGA (Edt.). *The Cognitive Neurosciences*. (4th Ed.). (2009). Cambridge, MA: MIT Press, p. 1247-54, 2009.

GEARY, D.C.; HUFFMAN, K.J. Brain and Cognitive Evolution: Forms of Modularity and Functions of Mind. *Psychological Bulletin*, v. 128, n.5, 2002, p. 667–698.

GEORGE, K.; MDAS, J. Neuroanatomy, Thalamocortical Radiations. *StatPearls Publishing*; Treasure Island, FL: Janeiro de 2023. Consulta realizada em 10-07-23 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546699/#:~:text=Thalamocortical%20radiations%20are%20nerve%20fibers,where%20it%20is%20further%20processed

GERSTNER, W.; KREITER, A.K.; MARKRAM, H.; HERZ, A.V. Neural codes: firing rates and beyond. PNAS, v. 94, n.24, p. 12740-1, Novembro de 1997.

GERSTNER, W.; KISTLER, W. M. *Spiking neuron models: single neurons, populations, plasticity*. 1st edition, Cambridge: Cambridge University Press, 2002, p. 11-38.

GROSS, J.J. Emotion regulation: Past, present, future. *Cognition & Emotion*. v. 13, n. 5, 1999, p.551-73

GILBERT, D. T.; WILSON, T. D. Prospection: Experiencing the future. *Science*, v. 317, n. 5843, p. 1351-4, Setembro de 2007

GILCHRIST, A. L.; COWAN, N. Can the focus of attention accommodate multiple, separate items? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 37, n.6, Novembro de 2011, p. 1484–1502.

GILL, S.A.; BIEREMA, A.M.K. On the Meaning of Alarm Calls: A Review of Functional Reference in Avian Alarm Calling. *International Journal of Behavioral Biology: Ethology*, v.119, n.6, Junho de 2013, p. 449-61.

GLOTZBACH, E.; MÜHLBERGER, A.; GSCHWENDTNER, K.; FALLGATTER, A.J.; PAULI, P.; HERRMANN, M.J. Prefrontal brain activation during emotional processing: a functional near infrared spectroscopy study (fNIRS). *The open neuroimaging journal*. n. 5, 2011 p. 33-39.

GUTLING, E.; ISENMANN, S.; WICHMANN, W. Electrophysiology in the locked-in-syndrome. *Neurology*, v. 46, n. 4, p. 1092-1101, Abril de 1996

GOLDMAN, A.I.; SRIPADA, S.C. Simulationist models of face-based emotion recognition. *Cognition*, v. 94, 2005, p. 193-213.

GOLDMAN-RAKIC, P.S. Circuitry of the prefrontal cortex and the regulation of behavior by representational knowledge. In: *Handbook of Physiology: The Nervous System*, Plum, F.; Mountcastle, V.B. (eds.), Chapter 9, p. 373-417, 1987.

GOLDMAN-RAKIC, P.S.; FUNAHASHI, S.; BRUCE, C.J. Neocortical memory circuits. *Cold Spring Harbor Symposia Quantitative Biology*, v. 55, n. n/c., p.1025-38, n/c 1990

GOLDMAN-RAKIC, P.S. Cellular basis of the working memory. *Neuron*, v.14, Março de 1995, p. 477-85.

GONZALEZ, M.; NASCIMENTO, T.; HASELAGER, W. Informação e Conhecimento: notas para uma taxonomia da informação. In: A. Ferreira, M. Gonzalez & J. Coelho (eds.). *Encontros com as Ciências Cognitivas*, vol. 4. São Paulo: Coleção Estudos Cognitivos, p. 195-220, 2004.

GORDON, E.M.; LAUMANN, T.O.; MAREK, S.; RAUT, R.V.; GRATTON, C.; NEWBOLD, D.J.; GREENE, D.J.; COALSON, R.S.; SNYDER, A.Z.; SCHLAGGAR, B.L.; PETERSEN, S.E.; DOSENBACH, N.U.F.; NELSON, S.M. Default-mode network streams for coupling to language and control systems. *PNAS*, v. 117, n. 29, p. 17308-19, Julho de 2020.

GOULD, S.J.; VRBA, E. S. Exaptation—a missing term in the science of form. *Paleobiology*, v. 8, n.1, Outubro de 1982, p. 4-15.

GRABOWSKI, T.J.; TRANEL, D.; HICHWA. R.D.; DAMASIO, A.R. A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, v. 380, Junho de 1996, p. 499–505.

GRAF ESTES, K..; EVANS, J. L.; ELSE-QUEST, N. M. Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, v. 50, n.1, Fevereiro de 2007, p. 177–95.

GRANT, S.; O'DELL, T.J.; KARL, K.A.; STEIN, P.L.; SORIANO, P.; KANDEL, E.A. Impaired Long-Term Potentiation, Spatial Learning, and Hippocampal Development IN Mutant Mice. *Science*, v. 258, n. n/c, p. 1903-10, Dezembro de 1992.

GRANT, S. The molecular evolution of the vertebrate behavioural repertoire. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences*, v. 371, n. 1685, p. 1-9, Janeiro de 2016.

GRANT, S. Synapse molecular complexity and the plasticity behaviour problem. *Brain and Neuroscience Advances*. v.2, Novembro de 2018.

GRAZIANO, M. Consciousness Engineered. *Journal of Consciousness Studies*, v. 23, n. 11–12, p. 98-115, n/c. 2016a.

GRAZIANO, M. New Theory Explains How Consciousness Evolved. *Atlantic*, June 6, 2016b.

GRAZIANO, M. *Rethinking Consciousness: A Scientific Theory of Subjective*. New York: W.W. Norton & Company, 2019.

GRAZIANO, M. Framework for Consciousness. *PNAS*, v. 119, n. 18, p. 1-9, Março de 2022.

GRAZIANO, M.; GUTERSTAM, A.; BIO, B.J. WILTERSON, A.I. Toward a standard model of consciousness: Reconciling the attention schema, global workspace, higher-order thought, and illusionist theories. Cognitive Neuropsychology, v.37, n. 3-4, p. 155-72, Maio-Junho de 2020.

GRAZIANO, M & WEBB, T. From Sponge to Human: The Evolution of Consciousness. *Evolution of Nervous Systems*. 3, 2017, p. 547-554.

GREENE, J. *Moral tribes emotion, reason, and the gap between us and them*. 1st Ed., New York: The Penguin Press, 2013, p. 19-102

GRICE, H.P. Meaning. *Philosophical review*, v. 66, n.3, Julho de 1957, p. 377-88.

GUI, P.; JIANG, Y.; ZANG, D.; […] WANG, L. Assessing the depth of language processing in patients with disorders of consciousness. *Nature Neuroscience*, v. 23, Maio de 2020, p. 761-70.

GUO, W.; FOUDA, M.; ELTAWIL A.; SALAMA, K.N. Neural Coding in Spiking Neural Networks: A Comparative Study for Robust Neuromorphic Systems. *Frontiers in Neuroscience*, v.15, p. , Março de 2021.

GUZELDERE, G.; NAHMIAS, E.; O'DEANER, R. Darwin's continuum and the building blocks of deception. In: Colin Allen, Marc Beckoff, & Gordon Burghardt (eds.), *The Cognitive Animal*. Cambridge, MA: MIT Press, p. 353-63, 2002.

HAESLER, S.; WADA, K.; NSHDEJAN, A.; MORRISEY, E.E.; LINTS, T.; JARVIS, E.D.; SCHARFF, C. FoxP2 expression in avian vocal learners and non-learners. *Journal of Neuroscience*, v. 24, n. 13, p. 3164-75, Março de 2004.

HAGOORT, P.; BROWN, C.; GROOTHUSEN, J. The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, v. 8, n. 4, p. 439-83, Novembro de 1993.

HAGOORT, P. On Broca, brain, and binding: A new framework. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 9, n. 9, p. 416–423, Setembro de 2005.

HAMANN S.B.; ELY, T.D.; GRAFTON, S.T.; KILTS, C.D. Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. *Nature Neuroscience*. v.2, n.3, Março de 1999, p. 289-93.

HAMANN S. Mapping discrete and dimensional emotions onto the brain: controversies and consensus. *Trends Cognitive Science*, v.16, n. 9, Setembro de 2012, p. 458-66.

HANNAGAN, T.; AGRAWAL, A.; COHEN, L.; DEHAENE, S. Emergence of a compositional neural code for written words: Recycling of a convolutional neural network for reading. *PNAS*, v. 118, n. 46, p. 1-12, Setembro de 2021.

HANUS, D.; MENDES, N.; TENNIE, C.; CALL, J. Comparing the performances of apes (Gorilla gorilla, Pan troglodytes, Pongo pygmaeus) and human children (Homo sapiens) in the floating peanut task. *PLoS One*, v. 6, n. 6, p. 1-13, 2011

HARDCASTLE, V. G. Psychology's Binding Problem and Possible Neurobiological Solutions. *Journal of Consciousness Studies,* v.1, n.1, p. 66-90, 1994.

HARDING, E. J.; PAUL, E. S.; MENDL, M. Animal behaviour: Cognitive bias and affective state, *Nature*, v. 427, n. 6972, p. 312, Janeiro de 2004.

HART JR, J. Executive Functions/Cognitive Control Functions. In: (John Hart Jr. Org.) *The Neurobiology of Cognition and Behavior*, New York: Oxford University Press, 2016, p. 135-48.

HAUSER, M.D. *The Evolution of the Communication*. Cambridge: The MIT Press, 1996, p. 363-471.

HASHER, L.; ZACKS, R. T.; & MAY, C. P. Inhibitory control, circadian arousal, and age. In: D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and Performance*, Cambridge, MA: MIT Press. 1999, p. 653-75.

HAUSER, M.D.; CAREY, S.; HAUSER, L.B. Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys. *Procedures in Biology Science*, v. 267, n. 1445, p. 829-33, Abril de 2000.

HAUSER, M., CHOMSKY, N.; FICTH, T. The faculty of language: What is it, Who is it, How did it evolve? *Science*, v. 298, 2002, p. 1569-80.

HAUSER, M.D.; FITCH, T.W. What are the uniquely human components of the language faculty? In: Morten H. Christiansen, Simon Kirby (Editors). *Language Evolution: studies in the evolution of language*. (1st ed.), New York: Oxford University Press, p. 158-81, 2003.

HAUSER, M.; YOUNG, C.; BERWICK, R.; TATTERSALL, I., RYAN, M.; WATAMULL, J.; CHOMSKY, N.; LEWONTIN, R. The mystery of language evolution. *Frontiers in Psychology*, v. 5, n. 401, 2014, p. 1-12.

HAVLÍK, M.; HLINKA, J.; KLÍROVÁ, M.; ADÁMEK, P.; HORÁČEK, J. Towards causal mechanisms of consciousness through focused transcranial brain stimulation. *Neuroscience of Consciousness*, v. 2023, n. 1, p.1-17, Abril de 2023.

HEIM, S.; FRIEDERICI, A. D., SCHILLER, N. O., RÜSCHEMEYER, S.-A., & AMUNTS, K. The determiner congruency effect in language production investigated with functional MRI. *Human Brain Mapping*, v. 30, n. 3, p. 928-40, Março de 2009

HENRY, L. A; BOTTING, N. Working memory and developmental language impairments. *Child Language Teaching and Therapy*, v. 33, 1, Julho de 2016, p. 19–32.

HERRMANN, B.; MAESS, B.; HAHNE, A.; SCHRÖGER, E.; FRIEDERICI, A.D. Syntactic and auditory spatial processing in the human temporal cortex: an MEG study. *Neuroimage*, v. 57, n. 2, p. 624-33, Julho de 2011.

HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; ROMO, R. Neuronal correlates of sensory discrimination in the somatosensory cortex. *PNAS*, v.97, n. 11. P. 6191-6, Maio de 2000.

HERTRICH, I.; DIETRICH, S.; ACKERMANN, H. The Margins of the Language Network in the Brain. *Frontiers in Communication*, v. 5, n. 519955, p. 1-26, Novembro de 2020.

HERTRICH, I.; DIETRICH, S.; BLUM, C.; ACKERMANN, H. The Role of the Dorsolateral Prefrontal Cortex for Speech and Language Processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 15, n. 645209, Maio de 2021, p. 1-15.

HICKOK, G; POEPPEL, D. The cortical organization of speech processing. *Nature Review Neuroscience*, v. 8, n. 5, p. 393-402, Maio de 2007.

HOHWY, J.; A. SETH. Predictive processing as a systematic basis for identifying the neural correlates of consciousness. *Philosophy and the Mind Sciences*, Bochum, v. 1, n. II, p.1-14, Dezembro de 2020.

HOLSGROVE, J.V.; GARTON, A.F. Phonological and syntactic processing and the role of working memory in reading comprehension among secondary school students. *Australian Journal of Psychology*, v. 58, n. 2, Fevereiro de 2007, p. 111-8.

HOMMEL, B. Consciousness and control: Not identical twins. *Journal of Consciousness Studies*, v. 14, n.1-2, p. 155-76, Janeiro de 2007.

HORGAN, T. Jackson on Physical Information and Qualia. *Philosophical Quarterly*, v. 34, 1984, p. 147–83.

HUNTENBURG, J. M.; BAZIN, P.-L.; MARGULIES, D. S. Large-scale gradients in human cortical organization. *Trends in Cognitive Science*, v. 22, n.1, Janeiro de 2018, p. 21–31.

HUTTO, D. MYIN, E. *Evolving Enactivism*: Basic Minds Meet Content. 1st Ed., Cambridge: MIT Press, 2017, p. 55-74.

JACK, A. I.; SHALLICE, T. Introspective physicalism as an approach to the science of consciousness. *Cognition*, v. 79, n.1-2, p. 161–96, Abril de 2001.

JACKSON, F. Epiphenomenal Qualia. *The Philosophical Quarterly*, 32, 127, 1982, p. 127-36.

JACKSON, P. L.; MELTZOFF, A. N.; DECETY, J. How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, v.24, n.3, p. 771-9, Fevereiro de 2005.

JACOB, J.; JACOBS, C.; SILVANTO, J. Attention, working memory, and phenomenal experience of WM content: memory levels determined by different types of top-down modulation. *Frontiers in Psychology*, v. 6, n. 1603, Outubro de 2015, p. 1-7.

JACOBS, L. F.; LIMAN, E. R. Grey squirrels remember the locations of buried nuts. *Animal Behaviour*, v. 41, n. n/c, p. 103-10, n/c. 1991.

JACOME, D.E.; MORILLA-PASTOR, D. Unreactive EEG: pattern in locked-in syndrome. *Clinical. Electroencephalography*, v. 21, n. 1, p. 31-6, Janeiro de 1990.

JAEGGI, S.M.; BUSCHKUEHL, M.; JONIDES, J.; PERRIG, W.J. Improving fluid intelligence with training on working memory. *PNAS*, v. 105, n. 19, p. 6829-33, Maio de 2008.

JAŚKOWSKI, P.; SKALSKA, B.; VERLEGER, R. How the self controls its "automatic pilot" when processing of subliminal information. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 15, n. 6, p. 911-20, Agosto de 2003.

JELBERT, S.; CLAYTON, N. Comparing the non-linguistic hallmarks of episodic memory systems in corvids and children. *Current Opinion in Behavioural Sciences*, 17, p. 99-106, 2017.

JENSSEN, T.A.; ORRELL, K.S.; LOVERN, M.B. Sexual Dimorphisms in Aggressive Signal Structure and Use by a Polygynous Lizard, Anolis carolinensis. *Copeia*, v.2000, n.1, Fevereiro de 2000, p. 140-9.

JOHNSON, K.O. Neural Coding. *Neuron*, v. 26, p. 563–566, Junho de 2000.

JOHNSON, K.O.; HSIAO, S.S.; YOSHIOKA, T. Neural coding and the basic law of psychophysics. *The Neuroscientist*, v .8, n. 2, p.111-21, Abril de 2002.

JIRAKITTAYAKORN, N.; WONGSAWAT, Y. Brain responses to 40-Hz binaural beat and effects on emotion and memory. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, v. 120, Outubro de 2017, p. 96-107.

JONES, D. M.; MACKEN, W. J.; NICHOLLS, A. P. The phonological store of working memory: is it phonological and is it a store?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 30, n3, Maio de 2004, p. 656–674.

JONIDES, J.; SMITH, E. E.; KOEPPE, R. A.; AWH, E.; MINOSHIMA, S.; MINTUN, M. A. Spatial working memory in humans as revealed by PET. *Nature*, v. 363, Junho de 1993, p. 623-25.

JOUEN, A.L.; ELLMORE, T.M.; MADDEN-LOMBARDI, C.J.; PALLIER, C.; DOMINEY, P.F.; VENTRE-DOMINEY, J. Beyond the word and image: II- Structural and functional connectivity of a common semantic system. *Neuroimage*, v. 1, n. 166, Fevereiro de 2018, p. 185-97.

JOZET-ALVES, C.; BERTIN, M.; CLAYTON, N.S. Evidence of episodic-like memory in cuttlefish. *Current Biology*, v.23, n. 23, p. R1033-5, Dezembro de 2013.

KABADAYI, C.; OSVATH M. Ravens parallel great apes in flexible planning for tool-use and bartering. *Science*, v. 357, n. 6347, p. 202-204, Julho de 2017.

KANTOWITZ, B.H.; ROEDIGER III, H.L.; ELMES, D.G. *Experimental Psychology*, 10th Ed., Boston: Cengage Learning, 2014, p. 1-150.

KOHDA M, SOGAWA S, JORDAN AL, KUBO N, AWATA S, ET AL. Further evidence for the capacity of mirror self-recognition in cleaner fish and the significance of ecologically relevant marks. *PLOS Biology*, v. 20, n.2, p. e3001529, 2022.

KANAI, R., CHANG, A., YU, Y., MAGRANS DE ABRIL, I., BIEHL, M., & GUTTENBERG, N. Information generation as a functional basis of consciousness. *Neuroscience of consciousness*, 1, 2019, p. niz016.

KAMMERER, F. The illusion of conscious experience. *Synthese*, Basel v. 198, n 1, p. 845-66, 2019

KANDEL, E.R. The molecular biology of memory storage: a dialogue between genes and synapses. *Science*, v. 294, n. 5544, Novembro de 2001, p. 1030-8.

KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSELL, T. M.; SIEGELBAUM, S.A.; HUDSPETH, A.J. *Principles of Neural Science*, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 2013.

KANG, C.; DRAYNA, D. Genetics of speech and language disorders. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, v. 12, n. n/c, p. 145–64, Setembro de 2011.

KANO, F. ET AL. Great apes use self-experience to anticipate an agent's action in a false-belief test. *PNAS*, v. 116, n. 20904, Setembro de 2019.

KANWISHER, N.; MOSCOVITCH, M. The cognitive neuroscience of face processing: an introduction. *Cognitive Neuropsychology*, v. 17, n. 1, p. 1-11, Fevereiro de 2000.

KEOGH, R.; PEARSON, J. The blind mind: No sensory visual imagery in aphantasia. *Cortex*, v.105, n. n/c., p. 53-60, Agosto de 2018.

KUHL, P. A new view of language acquisition. *PNAS*, v. 97, n.22, Oububro de 2000, 11850–7.

KHUL, P. Early language acquisition: cracking the speech code, *Nature Neuroscience*, v.5, Novembro de 2004, p. 831-43.

KING, J.; JUST, M.A. Individual Differences in Syntactic Processing: The Role of Working Memory. *Journal of memory and language*, v. 30, 1991, p. 580-602.

KING, N. The Unicellular Ancestry of Animal Development. *Development Cell*, v. 7, n.3, p. 313-25, Setembro de 2004.

KLAUER, K. C.; ZHAO, Z. Double dissociations in visual and spatial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 133, n. 3, 2004, p. 355-81.

KLEIN, S. B.; COSMIDES, L.; TOOBY, J.; CHANCE, S. Decisions and the evolution of memory: Multiple systems, multiple functions. *Psychological Review*, v. 109. N. 2, p. 306-29, Abril de 2002.

KLEIN, S.B. Making the case that episodic recollection is attributable to operations occurring at retrieval rather than to content stored in a dedicated subsystem of long-term memory. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, v. 7, n. 3, Fevereiro de 2013.

KOCH, C.; TSUCHIYA N. Attention and consciousness: two distinct brain processes. *Trends Cognitive Science*, v. 11, n. 1, Janeiro de 2007, p. 16-22

KOCH, C. The Neurobiology of the Consciousness. In: Michael Gazzaniga (Edt.), *Cognitive Neurosciences*, 4ed, Cambridge: MIT Press, 2009, p. 1137-50.

KOCH, C.; MASSIMINI, M.; BOLY, M.; TONONI, G. Neural correlates of consciousness: progress and problems. *National Review Neuroscience*, v. 17, n. 5, Maio de 2016, p. 307-21.

KOCH, C. Rastreando as Pegadas Neuronais da Consciência. In: BEAR, M.K; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. (Edt.) *Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso*. (4a ed.) Artmed: Porto Alegre. 2017, p. 744-5.

KOCH, C. What is the consciousness. *Nature Neuroscience*, v. 559, Maio de 2018, p. S9-S12.

KOIZUMI, O. Developmental neurobiology of hydra, a model animal of cnidarians. *Canadian Journal of Zoology*, v.80, n. 10, p. 1678-89, Outubro de 2002.

KOLATA, S.; LIGHT, K.; TOWNSEND, D.A.; HALE, G.; GROSSMAN, H.C.; MATZEL, L.D. Variations in working memory capacity predict individual differences in general learning abilities among genetically diverse mice. *Neurobiology of Learning and Memory*, v. 84, 3, p. 241-6, Novembro de 2005.

KOLATA, S.; LIGHT, K.; GROSSMAN, H.C.; HALE, G.; MATZEL, L.D. Selective attention is a primary determinant of the relationship between working memory and general learning ability in outbred mice. *Learning and Memory*, v. 14, n. 1, p. 22-8, Janeiro-Fevereiro de 2007

KOKKO, H.; BROOKS, R.; JENNIONS, M.; MORLEY J. The evolution of mate choice and mating biases. *Procedings Real Society London Science B*, v. 270, n.1515, Março de 2003, p. 653-64.

KONDO, H.; OSAKA, N.; OSAKA, M. Cooperation of the anterior cingulate cortex and dorsolateral prefrontal cortex for attention shifting. *NeuroImage*, v. 23, n. 2, Outubro de 2004, p. 670–679.

KOORNNEEF, A.; REULAND, E. On the Shallow Processing (Dis)Advantage: Grammar and Economy. *Frontiers in Psychology*, v.7, n. 82, Fevereiro de 2016, p. 1-17.

KOTCHOUBEY, B.; LANG, S.; WINTER, S.; BIRBAUMER, N. Cognitive processing in completely paralyzed patients with amyotrophic lateral sclerosis. *European Journal of Neurology*, v. 10, n. 5, p. 551-8, Setembro de 2003.

KOUIDER, S.; GARDELLE, V.D.E; SACKUR, J.; DUPOUX, E. How rich is consciousness? The partial awareness hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, Cambridge, v. 14, n.7 p. 301–7, Julho de 2010.

KREBS, J. R.; DAWKINS, R. Animal signals: Mind-reading and manipulation. In: J. Krebs & N. Davies (ed.) *Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach* (4ed). Oxford: Blackwell Science, p. 380-482, 1984.

KUNDE, W.; REUSS, H.; KIESEL, A. Consciousness and cognitive control. *Advances in Cognitive Psychology*, v. 8, n.1, p. 9-18, Fevereiro de 2012.

KUUSPALU, A.; CODY, S.; HALE, M.E. Multiple nerve cords connect the arms of octopuses, providing alternative paths for inter-arm signaling. *Current Biology*, v. 32, n. 24, p. 5415-21, Dezembro de 2022.

KUTAS, M.; HILLYARD, S. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruinty. *Science*, v. 207, n. 4427, Janeiro de 1980, p. 203-5.

LABAR, K.S.; LEDOUX, J.E. Partial disruption of fear conditioning in rats with unilateral amygdala damage: correspondence with unilateral temporal lobectomy in humans. *Behavioral Neuroscience*, v. 110, n. 5, p. 991-7, Outubro de 1996.

LACALLI, T. C. (2020). Evolving consciousness: insights from Turing, and the shaping of experience. *Front. Behav. Neurosci*. 14, 598561. 10.3389/fnbeh.2020.598561

LACALLI, T. C. Consciousness as a Product of Evolution: Contents, Selector Circuits, and Trajectories in Experience Space. *Frontiers in Systems Neuroscience*. 15, 697129, 2021.

LACHMANN, M.; SZÁMADÓ, S.; BERGSTROM, C.T. Cost and conflict in animal signals and human language. *PNAS*, v. 98, n.23, Outubro de 2001, 13189-94.

LACHMANN, M. The value of information in signals and cues. In: Ulrich E. Stegmann, (Edt.) *Animal Communication Theory: Information and Influence*. (1st ed.), Cambridge, MA: Cambridge University Press, p. 355-76, 2013.

LAI, C.S.; FISHER, S.E.; HURST, J.A.; VARGHA-KHADEM, F.; MONACO, A.P. A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder. *Nature*, v. 413, n. 6855, p. 519-23, Outubro de 2001.

LAMME, V.A.; SUPÈR, H.; SPEKREIJSE, H. Feedforward, horizontal, and feedback processing in the visual cortex. *Current Opinion in Neurobiology*, v.8, n.4, p. 529–535, Agosto de 1998

LAMME V. Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciensce*, v. 7, n.1, Janeiro de 2003, p. 12-8.

LAMME, V. Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention; a case for phenomenal awareness. *Neural Networks, Amsterdam*, v. 17, n. 5-6, p. 861–72, Junho/Julho de 2004.

LAMME, V. Independent neural definitions of visual awareness and attention. In: RAFTOPOULOS, A (ed.), *Cognitive Penetrability of Perception: Attention, Action, Strategies, and Bottom-Up*. New York: Nova Science, p 171–91, 2005.p. 1-11.

LAMME, V. Toward a true neural stance on consciousness. *Trends in Cognitive Science. Cambridge*, v. 10, n. 11, p. 494-501, Novembro de 2006.

LAMME, V. Visual Functions Generating Conscious Seeing. *Frontiers in Psychology*. v. 11, n.83, 2020, p. 1-10.

LANDMAN, R.; SPEKREIJSE, H.; LAMME, V. A. F. Large capacity storage of integrated objects before change blindness. *Vision Research*, v. 43, n.2, Janeiro de 2003, p. 149-64.

LAROCQUE, J. J.; LEWIS-PEACOCK, J. A.; POSTLE, B. R. Multiple neural states of representation in short-term memory? It's a matter of attention. *Frontier Human Neuroscience*, v. 8, n.5. Janeiro de 2014, p. 1-14.

LAU, H. C.; PASSINGHAM, R.E. Unconscious Activation of the Cognitive Control System in the Human Prefrontal Cortex. *The Journal of Neuroscience*, v. 27, n. 21, p. 5805-11, Maio de 2007.

LAU, H. C.; ROSENTHAL, D. Empirical support for higher-order theories of conscious awareness. *Trends Cognitive Science*, v. 15, n. 8, 2011, p. 365-73.

LAUREYS, S.; OWEN, A.M.; SCHIFF, N.D. Brain function in coma, vegetative state, and related disorders. *Lancet Neurology*, v. 3, n. 9, p. 537-46, Setembro de 2004.

LAUREYS, S.; PELLAS, F.; VAN EECKHOUT, P.; GHORBEL, S.; SCHNAKERS, C.; PERRIN, F.; BERRÉ, J.; FAYMONVILLE, M.E.; PANTKE, K.H.; DAMAS, F.; LAMY, M.; MOONEN, G.; GOLDMAN, S. The locked-in syndrome: what is it like to be conscious but paralyzed and voiceless? *Progress in Brain Research*, v. 150, n. n/c, p. 495-511, n/c. 2005.

LEA, S. E. G.; DITTRICH, W. H. What do birds see in moving video images? In: J. Fagot (Ed.), *Picture perception in animals*, New York: Psychology Press, p. 143–180, 2000.

LECLERCQ, A.; MAILLART, C.; PAUQUAY, S.; MAJERUS, S. The impact of visual complexity on visual short-term memory in children with specific language impairment. *Journal of International Neuropsychology Society*, v. 18, 2012, 501–10.

LEDOUX, J. E. Emotion and the limbic system. *Concepts Neuroscience*, v. 2, 1991, p. 169-99.

LEDOUX, J.E. *The Emotional Brain: The Mysteries Underpinning the Emotional Life*. New York: Simon & Schuster Paperbacks, p. 135-75, 1998.

LEDOUX, J. Emotion circuits in the brain. *Annual Review Neuroscience*, 23, p. 155–184, 2000.

LEDOUX, J. E. Rethinking the emotional brain. *Neuron*, v.73. n.4, 2012, p. 653-76.

LEDOUX, J.E. Coming to terms with fear. *PNAS*, v. 111, n.8, p. 2871-78, Fevereiro de 2014.

LEDOUX, J. E. *The Deep History of Ourselves: The Four-Billion-Year Story of How We Got Conscious Brains*. NY: Viking. 2019.

LEDOUX, J.E. How does the nonconscious become conscious? *Current Biology Magazine*. 30, 2020, p. r196-9.

LEDOUX, J.E. As soon as there was life, there was danger: the deep history of survival behaviours and the shallower history of consciousness. *Philosophical Transactions Real Society London B*, v. 377, n. 0292, 2021, p. 1-15.

LEDOUX, J.E.; BROWN, R. A higher-order theory of emotional consciousness. In: *PNAS*, 2017, p. e2016–e2025.

LEHÉRICY, S.; COHEN, L.; BAZIN, B.; SAMSON, S.; GIACOMINI, E.; ROUGETET, R.; HERTZ-PANNIER, L.; LE BIHAN, D.; MARSAULT, C.; BAULAC, M. Functional MR evaluation of temporal and frontal language dominance compared with the Wada test. *Neurology*, v. 54, n. 8, Abril de 2000, p. 1625-33.

LENARTOWICZ, A.; MCINTOSH AR. The role of anterior cingulate cortex in working memory is shaped by functional connectivity. *Journal of Cognitive Neuroscience*., v. 17, n. 7, Julho de 2005, p. 1026-42.

LENHARO, M. Consciousness theory slammed as 'pseudoscience' — sparking uproar. *Nature*, 20 de Setembro de 2023. "Disponível em: < https://www.nature.com/articles/d41586-023-02971-1#ref-CR1>". Acesso em 10/10/2023.

LEVINE, J. Materialism and Qualia: The Explanatory Gap. *Pacific Philosophical Quarterly*, v. 64, n. 4, 1983, p. 354–61.

LEVINS, R.; LEWONTIN, R. *The Dialectical Biologist*. Cambridge, MA: Harvard University Press, p. 65-84, 1985.

LEVY, D.J.; GLIMCHER, P.W. The root of all value: a neural common currency for choice. *Current Opinion in Neurobiology*, v.22, n. 6, p. 1027-38, Dezembro de 2012.

LEVY, R..; GOLDMAN-RAKIC P. S. Segregation of working memory functions within the dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, v.133, Maio de 2000, p.23–32.

LEWIS, S.M.; CRATSLEY, C.K. Flash Signal Evolution, Mate Choice and Predation in Firelies. *Annual Review of Entomology*, v. 53, Janeiro de 2008, p. 293-321.

LEWIS-PEACOCK, J.A.; DRYSDALE, A.T.; OBERAUER, K.; POSTLE, B.R. Neural evidence for a distinction between short-term memory and the focus of attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v.24, n.1, Janeiro de 2012, p. 61-79.

LEWIS-PEACOCK, J. A.; KESSLER, Y.; OBERAUER, K. The removal of information from working memory. *Annals of the New York Academy of Science*, v. 1424, n.1, Julho de 2018, p. 33-44.

LIGHT, K.R.; KOLATA, S.; WASS, C.; DENMAN-BRICE, A.; ZAGALSKY, R.; MATZEL, L.D. Working memory training promotes general cognitive abilities in genetically heterogeneous mice. *Current Opinion in Biology*, v. 20, n. 8, p. 777-82, Abril de 2010.

LI, L.; VLISIDES, P. Ketamine: 50 years of modulation the mind. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 10, n. 612, Novembro de 2016, p. 1-15.

LI, W.; MAI, X.; LIU, C. The default mode network and social understanding of others: what do brain connectivity studies tell us. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 8, n. 74, p. 1-15, Fevereiro de 2014.

LIN, N.; YANG, X.; LI, J.; WANG, S.; HUA, H.; MA, Y.; LI, X. Neural correlates of three cognitive processes involved in theory of mind and discourse comprehension. *Cognitive Affective and Behavioral Neuroscience*, v.18, n.2, Abril de 2018, p. 273-83.

LIBET, B.; GLEASON, GA.; WRIGHT, EA.; PEARL, DP. Time of Conscious Intention to Act in Relation to Onset of Cerebral Activity (Readiness-Potential) The Unconscious Initiation Of A Freely Voluntary Act. *Brain*. 106, 1983, p. 623-42

LIBET, B. Can Conscious Experience Affect Brain Activity? *Journal of Consciousness Studies*, 10, 12, 2003, p. 24-8.

LIEBERMAN, M. D.; BERKMAN, E. T.; WAGER, T. D. Correlations in Social Neuroscience Aren't Voodoo: Commentary on Vul et al. (2009). *Perspectives on Psychological Science*, v. 4, n. 3, p. 299-307, Maio de 2009.

LIEBERMAN, P. The evolution of language and thought. *Journal Anthropology Science*, v. 94, Junho de 2016, p.127-46.

LIÉGEOIS, F.; BALDEWEG, T.; CONNELLY, A.; GADIAN, D.G.; MISHKIN, M.; VARGHA-KHADEM F. Language fMRI abnormalities associated with FOXP2 gene mutation. *Nature Neuroscience*, v. 6, n. 11, p. 1230-7, Novembro de 2003.

LILJENSTRÖM, H. Consciousness, decision making, and volition: freedom beyond chance and necessity. *Theory in Bioscience*, v. 141, n. n/c, p. 125–140, Maio de 2022.

LOGIE, R.H.; PEARSON, D. G. The Inner Eye and the Inner Scribe of Visuo-spatial Working Memory: Evidence from Development Fractionation. *European journal of cognitive psychology*, v.9, n.3, 1997, p.241-57.

LOGIE, R.H.; ZUCKO, G.M; BADDELEY, A. The visuo-spatial sketchpad: Interference with visual short-term memory. In: Alan Baddeley (ed.), *Exploring Working Memory*, New York: Routledge (2018), 1990, p.224-42.

LOGOTHETIS, N.K.; SCHALL, J. D. Neuronal correlates of subjective visual perception. *Science*, v. 245, p. 761–763, Agosto de 1989.

LOGOTHETIS, N.K.; LEOPOLD, D.; SCHEINBERG, D. What is rivalling during binocular rivalry? *Nature*, v. 380, Abril de 1996, p. 621-4.

LOGOTHETIS, N.K. Single Units and Conscious Vision, Londres, *Philosophical Transactions Real Society of London B*, v. 353, 1998, p. 1801-18.

LOHMANN, G.; MARGULIES, D.S.; HORSTMANN, A.; PLEGER, B.; LEPSIEN, J.; GOLDHAHN, D.; SCHLOEGL, H.; STUMVOLL, M.; VILLRINGER, A.; TURNER, R. Eigenvector centrality mapping for analyzing connectivity patterns in fMRI data of the human brain. *PLoS One*, v. 5, n. 4, p.1-8, Abril de 2010.

LOU, H.C.; CHANGEUX, J.P.; ROSENSTAND, A. Towards a cognitive neuroscience of self-awareness. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, v. 83, n. n/c., p. 765-73, Dezembro de 2017.

LLOYD, J. E. Aggressive mimicry in Photuris fireflies: signal repertoires by femmes-fatales. *Science*, v. 187, n. 4175, Fevereiro de 1975, p. 452-3.

LLOYD, J. E. Occurrence of Aggressive Mimicry in Fireflies. *The Florida Entomologist*, v. 67, n. 3, Setembro 1984, p. 368–76.

LUCK, S.J.; CHELAZZI, L.; HILLYARD, S.A.; DESIMONE, R. Neural mechanisms of spatial selective attention in areas V1, V2, and V4 of macaque visual cortex. *Journal of Neurophysiology*, v. 77, n. 1, p. 24-42, Janeiro de 1997.

LUCK, S. J.; VOGEL, E. K. Visual working memory capacity: from psychophysics and neurobiology to individual differences. Trends Cognitive Science, v. 17, n.8, Agosto de 2013, p. 391-400.

LYCAN, W. Consciousness as Internal Monitoring, I: The Third Philosophical Perspectives Lecture, *Philosophical Perspectives*, v. 9, 1995, p. 1-14.

MACGREGOR, L.J.; PULVERMÜLLER, F.; VAN CASTEREN, M.; SHTYROV, Y. Ultra-rapid access to words in the brain. *Nature Communications*, v. 3, n. 711, p. 1-13, Fevereiro de 2012.

MACLEAN, P. D. Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v.4, n.4, Novembro de 1952, p. 407-18

MACPHAIL, E. Cognitive Function in mammals: the evolutionary perspective. *Cognitive Brain Research*, v. 3, Maio de 1995, p. 2790-90.

MAKUUCHI, M.; BAHLMANN, J.; ANWANDER, A.; FRIEDERICI, A.D. Segregating the core computational faculty of human language from working memory. *PNAS*, v. 106, n. 20, p. 8362-7, Maio de 2009.

MAKUUCHI, M.; FRIEDERICI, A.D. Hierarchical functional connectivity between the core language system and the working memory system. *Cortex*, v. 49, n. 9, p. 2416-23, Outubro de 2013.

MALLETT, R.; LEWIS-PEACOCK, J. A. Behavioral decoding of working memory items inside and outside the focus of attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1424, n. 1, Março de 2018, p. 256-67.

MALEY, C.J.; PICCININI, G. The Biological Evolution of Consciousness. In: *The Routledge Handbook of Consciousness*, (Rocco J. Gennaro ed.), 1st Ed., New York: Routledge, 2018, p. 379-87.

MANDIK, P. Control Consciousness. *Topics in Cognitive Science*, v. 2, n. 4, p. 643–57, Janeiro de 2010.

MANTINI, D.; GERITS, A.; NELISSEN, K.; DURAND, J.B.; JOLY, O.; SIMONE, L.; SAWAMURA, H.; WARDAK, C.; ORBAN, G.A.; BUCKNER, R.L.; VANDUFFEL, W. Default mode of brain function in monkeys. *Journal of Neuroscience*, v. 31, n. 36, p. 12954-62, Setembro de 2011.

MARLER, P.; EVANS, C. Birds calls: Just emotional displays or something more? *Ibis*, v. 138, n.1, p. 26-33, Janeiro de 1996.

MARLER, P. Bird Calls: Their Potential for Behavioral Neurobiology. In: H. Phillip Zeigler & Peter Marler (Eds.), *Behavioral neurobiology of birdsong*, (1st Ed.), New York: New York Academy of Sciences, p. 31–44, 2004.

MARSHALL, C.R.; HARDY, C.J.D.; VOLKMER, A.; RUSSELL, L.L.; BOND, R.L.; FLETCHER, P.D.; CLARK, C.N.; MUMMERY, C.J.; SCHOTT, J.M.; ROSSOR, M.N.; FOX, N.C.; CRUTCH, S.J.; ROHRER, J.D.; WARREN, J.D. Primary progressive aphasia: a clinical approach. *Journal of Neurology*, v. 265, n.6, p.1474-90, Junho de 2018.

MASHOUR, G.A.; ALKIRE, M.T. Evolution of consciousness: phylogeny, ontogeny, and emergence from general anesthesia. *PNAS*, v. 110, n. 2, p. 10357–64, Junho de 2013.

MASHOUR, G.A.; ROELFSEMA, P.; CHANGEUX, J.P.; DEHAENE, S. Conscious Processing and the Global Neuronal Workspace Hypothesis. Cambridge, Neuron. v.105, n. 5, p. 776-98. Março de 2020.

MASON, M.F.; NORTON, M.I.; VAN HORN, J.D.; WEGNER, D.M.; GRAFTON, S.T.; MACRAE, C.N. Wandering minds: the default network and stimulus-independent thought. *Science*, v. 315, n. 5810, p. 393-5, Janeiro de 2007.

MATHER, J. What is in an octopus'smind? *Animal Sentience*, v. 26, n. 1, p. 1-29, 2019.

MATTLER. U. Inhibition and decay of motor and nonmotor priming. *Percept Psychophysics*, v. 67, n. 2, p. 285-300, Fevereiro de 2005.

MATSUMOTO, R.; NAIR, D.R.; LAPRESTO, E.; NAJM, I.; BINGAMAN, W.; SHIBASAKI, H.; LÜDERS, H.O. Functional connectivity in the human language system: a cortico-cortical evoked potential study. *Brain*, v. 127, n. 10, p. 2316-30, Outubro de 2004.

MATZEL, L. D.; HAN, Y. R.; GROSSMAN, H.; KARNIK, M. S.; PATEL, D.; SCOTT, N.; SPECHT, S. M.; GANDHI, C. C. Individual Differences in the Expression of a "General" Learning Ability in Mice. *The Journal of Neuroscience*, v. 23, n. 16, p. 6423-33, Julho de 2003.

MAUCK, B.; DEHNHARDT, G. Mental rotation in a California sea lion (Zalophus californianus). *The Journal of Experimental Biology*, 200, n. 9, p.1309-16, Maio de 1997.

MAYNARD SMITH, J.; HARPER, D. *Animal Signals*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

MCCABE, D.P.; ROEDIGER III, H. L.; MCDANIEL, D.; BALOTA, D.A.; HAMBRICK, D.Z. The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive

Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology*, v. 24, n.2, Março de 2010, p. 222–43.

MCELREE, B. Working Memory and Focal Attention, *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, v. 27, n. 3, Maio de 2001, p. 817-35.

MCELREE, B. Accessing recent events. In: B. H. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, v. 46, San Diego: Academic Press, 2006, p. 155–200.

MEGHERBI, H.; ELBRO, C.; OAKHILL, J.; SEGUI, J.; NEW, B. The emergence of automaticity in reading: Effects of orthographic depth and word decoding ability on an adjusted Stroop measure. *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 166, janeiro de 2018, p. 652–63.

MEINZER, M.; ANTONENKO, D.; LINDENBERG, R.; HETZER, S.; ULM, L.; AVIRAME, K.; FLAISCH, T.; FLÖEL, A. Electrical brain stimulation improves cognitive performance by modulating functional connectivity and task-specific activation. *Journal of Neuroscience*, v. 32, n. 5, p. 1859-66, Fevereiro de 2012.

MEIRAN, N., LIEFOOGHE, B., & DE HOUWER, J. Powerful instructions: Automaticity without practice. *Current Directions in Psychological Science*, v. 26, n.6, Dezembro de 2017, p. 509-14.

MERIKLE, P. M.; JOORDENS, S. Parallels between perception without attention and perception without awareness. *Consciousness and Cognition*, v. 6, n. 2-3, p. 219-36, Junho de 1997.

MERKER B. The liabilities of mobility: a selection pressure for the transition to consciousness in animal evolution. *Conscious and Cognition*, v. 14 n.1), p. 89-114, Março de 2005.

MESSENGER, J.B. Neurotransmitters of cephalopods. *Invertebrate Neuroscience*, v. 2, p. 95–114, 1996.

MESULAM, M.M. Slowly progressive aphasia without generalized dementia. *Annals of Neurology*, v. 11, n. 6, p. 592-8, Junho de 1982.

MESULAM, M.M. Primary progressive aphasia. *Annals of Neurology*, v. 49, n. 4, p.425-32, Abril de 2001.

MESUALM, M.M. Primary progressive aphasia: A dementia of the language network. *Dementia and Neuropsychology*, v.7, n.1, p. 2-9, Março de 2013.

MEYER, A. S.; WHEELDON, L. R.; VAN DER MEULEN, F. F.; KONOPKA, A. Effects of speech rate and practice on the allocation of visual attention in multiple object naming. *Frontiers in psychology*, v. 3, n. 39, Fevereiro de 2012, p. 1–13.

MEYER, K, DAMASIO, A.R. Convergence and divergence in a neural architecture for recognition and memory. *Trends in Neurosciences*, v. 32, n. 7, 2009, p. 376-82.

MEYER, L.; OBLESER, J.; ANWANDER, A.; FRIEDERICI, A.D. Linking ordering in Broca's area to storage in left temporo-parietal regions: The case of sentence processing. *NeuroImage*, v. 62, n. 3, p. 1987-98, Setembro de 2012.

MEYER, L.; OBLESER, J.; FRIEDERICI, A.D. Left parietal alpha enhancement during working memory-intensive sentence processing. *Cortex*, v. 49, n. 3, p. 711-21, Março de 2013.

MILLER, G. A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, v. 63, n.2, Março de 1956, p. 81–97.

MILLER, E. K.; COHEN, J. D. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Reviews Neurosciensce*, v .24, Março de 2001, p. 167–202.

MILLIKAN, R. G. What Has Natural Information to do with Intentional Representation? *Royal Institute of Philosophy Supplement*, v. 49, Março de 2001, p. 105-25.

MILLIKAN, R. G. *The Varieties of Meaning*. (1st Ed.) Cambridge, MA: MIT Press, 2004.

MILLIKAN, R. G. Natural information, intentional signs and animal communication. In: Ulrich E. Stegmann, (Edt.) *Animal Communication Theory: Information and Influence*. (1st ed.), Cambridge, MA: Cambridge University Press, p. 133-48, 2013.

MITHEN, S. *Creativity in human evolution and prehistory*. 1st ed., Londres: Routledge, 1998, p. 120-40.

MITHEN, S. Mind, brain and material culture: an archaeological perspective. In: Peter Carruthers e Andrew Chamberlain (ed.), *Evolution and the human mind: modularity, language and meta-cognition*, (1st Edt.), Cambridge: Cambridge Press, p. 207-17, 2000.

MITHEN, S. *A Pré-História da Mente: a busca das origens da arte, religião e ciência*. (2nd Ed.), São Paulo: Editora da Unesp, p. 38-43, 2002.

MITHEN, S. *After the ice a global human history 20,000–5000 bc*. (1st ed.), Londres: Orion Books, p. 16-33, 2003.

MITHEN, S. Signing the Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind, and Body. *Cambridge Archaeological Journal*, v. 16, n.1, 2006, p. 97-112.

MITHEN, S. The cognition of Homo neanderthalensis and H.sapiens: does the use of pigment necessarily imply symbolic thought? In: Akazawa, T., Ogihara, N., Tanabe, H. C. and Terashima, H. (eds.) *The Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans*. 1st Ed., London/New York: Springer, p. 7-15, 2014.

MIYAKE, A.; FRIEDMAN, N.P.; EMERSON, M.J.; WITZKI, A.H.; HOWERTER, A.; WAGER, T.D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, v.41, n.1, Agosto de 2000, p. 49-100.

MOGRABI, G. J. C. Neural Basis of Decision-Making and Assessment: Issues on Testability and Philosophical Relevance. In: *Brain, Mind and Consciousness: An International, Interdisciplinary Perspective* (A.R. Singh and S.A. Singh eds.), MSM, v. 9, n.1, p. 251-59, 2011.

MOGRABI, G. J. C. Neurophilosophical considerations on decision making: Pushing up the frontiers without disregarding their foundations. *Frontiers in Human Neuroscience*, v.7, n.261, p. 1-4, Dezembro de 2013.

MOLNAR-SZAKACS, I.; UDDIN, L. Q. Self-processing and the default mode network: interactions with the mirror neuron system. *Frontiers Human Neuroscience*, v. 7, n. 571, Setembro de 2013, p. 1-11.

MONGILLO, G.; BARAK, O.; TSODYKS, M. Synaptic theory of working memory. *Science*, v. 319, n. 5869, Março de 2008, p. 1543-6.

MONTGOMERY, W.; EVANS, J. L.; GILLAM, R. B. Relation of Auditory Attention and Complex Sentence Comprehension in Children with Specific Language Impairment: A Preliminary Study. *Applied Psycholinguistics*, v. 30, Janeiro de 2009, p. 123–151.

MORGAN, A.T.; VOGEL, A.P. A Cochrane review of treatment for childhood apraxia of speech. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, v. 45, n. 1, p. 103–10. Março de 2009.

MORGAN, M.A.; LEDOUX, J.E. Differential contribution of dorsal and ventral medial prefrontal cortex to the acquisition and extinction of conditioned fear in rats. *Behavioral Neuroscience*, v.109, n.4. p. 681-8, Agosto de 1995.

MORSELLA, E. The Function of Phenomenal States: Supramodular Interaction Theory. *Psychological Review*. Princeton, v.112, n. 4, p. 1000-21, Outubro de 2005.

MORRIS, J.S.; ÖHMAN, A.; DOLAN, R.J. Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. Londres, *Nature*. n.393, 1998, p. 467-70.

MOSER, E.I.; KROPFF, E.; MOSER, M.B. Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annual Review Neuroscience*, v.31, n. n/c., p. 69-89, Julho de 2008.

MOUNTCASTLE, V.B. The view from within: pathways to the study of perception. *Johns Hopkins Medical Journal*, v. 136, n.3, p. 109-31, Março de 1975.

MOUNTCASTLE, V.B.; STEINMETZ, M.A.; ROMO, R. Frequency discrimination in the sense of flutter: psychophysical measurements correlated with postcentral events in behaving monkeys. *Journal of Neuroscience*, v. 10, n. 9, p. 3032-44, Setembro de 1990.

MUDRIK, L.; FAIVRE, N. KOCH, C. Information integration without awareness. *Trends in Cognitive science*, v. 18, n. 9, p. 488-96, Setembro de 2014.

MUELLER, K.; LEPSIEN, J.; MÖLLER, H. E.; LOHMANN, G. Commentary: Cluster failure: Why fMRI inferences for spatial extent have inflated false-positive rates. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 11, n. 345, p. , Junho de 2017

MULCKHUYSE, M.; THEEUWES, J. Unconscious attentional orienting to exogenous cues: A review of the literature. *Acta Psychologica*, v. 134, n. 2, p. 299-309, Julho de 2010.

MURRAY, A. M.; NOBRE, A. C.; CLARK, I. A.; CRAVO, A. M..; STOKES, M. G. Attention restores discrete items to visual short-term memory. *Psychological Science*, v. 24, n.4, Abril de 2013, p. 550-6.

MYERS, N.E.; STOKES, M.G.; NOBRE, A.C. Prioritizing Information during Working Memory: Beyond Sustained Internal Attention. *Trends in Cognitive Science*, v. 21, n. 6, Junho de 2017, p. 449-61.

NÄÄTÄNEN, R.; LEHTOKOSKI, A.; LENNES, M.; CHEOUR, M.; HUOTILAINEN, M.; IIVONEN, A.; VAINIO, M.; ALKU, P.; ILMONIEMI, R.J.; LUUK, A.; ALLIK, J.; SINKKONEN, J.; ALHO, K. Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses. *Nature*, v. 385, n. 615, p. 432-4, Janeiro de 1997.

NAGEL, T. What is it like to be a bat? *The Philosophical review*, v. 83, n. 4, p. 435-450, 1974.

NEW, P.W.; THOMAS, S.J. Cognitive impairments in the locked-in syndrome: a case report. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 86, n. 2, p. 338-43, Fevereiro de 2005.

NEWMAN, S.D.; IKUTA, T.; BURNS, T. JR. The effect of semantic relatedness on syntactic analysis: An fMRI study. *Brain and Language*, v. 113, n. 2, p. 51-8, Maio de 2010.

NOBILI, L, D.E.; GENNARO, L.; PROSERPIO, P.; MORONI, F.; SARASSO, S.; PIGORINI, A.; DE CARLI, F.; FERRARA, M. Local aspects of sleep: observations from intracerebral recordings in humans. *Progress Brain Research*, v. 199, 2012, p. 219-232.

NEE, D.E.; JONIDES, J. Common and Distinct Neural Correlates of Perceptual and Memorial Selection. *Neuroimage*, v. 45, n.3, Abril de 2009, p. 963-75.

NOBRE, A.C.; COULL, J.T.; MAQUET, P.; FRITH, C.D.; VANDENBERGHE, R.; MESULAM, M.M. Orienting attention to locations in perceptual versus mental representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 16, n. 3, Abrial de 2004, p. 363-73.

NORBURY, C. F.; BISHOP, D. V. M.; BRISCOE, J. Production of English finite verb morphology: A comparison of SLI and mild–moderate hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, v. 44, n.1, Fevereiro de 2001, p.165–78.

NORDGREN, R.E.; MARKESBERY, W.R.; FUKUDA, K.; REEVES, AG. Seven cases of cerebromedullospinal disconnection: the "locked-in" syndrome. *Neurology*, v. 21, n. 11, p.1140-8, Novembro de 1971.

NORMAN, D; SHALLICE, T. Attention to action: willed and automatic control of behavior. In: R. Davidson, R. Schwartz & D. Shapiro (eds.*), Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory IV*. New York: Plenum Press, 1986, Chapter 1, p. 1-18.

NORTHOFF, G.; BERMPOHL, F. Cortical midline structures and the self. *Trends in Cognitive Science*, v. 8, n. 3, p. 102-7, Março de 2004.

NOWAK, M.A.; SIGMUND, K. Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature*, v. 393, n.6685, p. 573–577, Junho de 1998.

OBERAUER, K. Design for a working memory. *Psychology of Learning and Motivation*: *Advances in Research and Theory*, v. 51, 2009, p. 45-100.

OBERAUER, K. Working Memory and Attention – A Conceptual Analysis and Review. *Journal of Cognition*, v. 2, n. 1, 2019, p. 1-23.

OBLESER, J.; LAHIRI, A.; EULITZ, C. Auditory-evoked magnetic field codes place of articulation in timing and topography around 100 milliseconds post syllable onset. *Neuroimage*, v. 20, n. 3, p. 1839-47, Novembro de 2003.

OBLESER. J.; ZIMMERMANN, J.; VAN METER, J.; RAUSCHECKER, J.P. Multiple stages of auditory speech perception reflected in event-related FMRI. *Cerebral Cortex*, v. 17, n. 10, p. 2251-7, Outubro de 2007.

OBLESER, J.; KOTZ, S. A. Expectancy constraints in degraded speech modulate the language comprehension network. *Cerebral Cortex*, v. 20, n. 3, p. 633-40, Março de 2010.

OHMAN, A.; FLYKT, A.; ESTEVES, F. Emotion Drives Attention: Detecting the Snake in the Grass. *Journal of Experculoimental Psychology: General*. v. 130, n.3, 2001, p. 466-78.

OHMAN, A. The role of the amygdala in human fear: Automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*. v. 30, 2005, p. 953-8.

OJEMANN, G.; MATEER, C.; Human language cortex: localization of memory, syntax, and sequential motor-phoneme identification systems. *Science*, v. 205, n. 4413, Setembro de 1979, p. 1401-3.

OJEMANN, G. A. Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 6, n. 2, p. 189-230, Junho de 1983.

OKADA, K., KATSUKI, M., SHARMA, M.D.; KIYOSE, K.; SEKO, T.; OKADA, Y.; WILSON, A.; HOSKEN, D. J. Natural selection increases female fitness by reversing the exaggeration of a male sexually selected trait. *Nature Communication*, v. 12, n. 3420, 2021, p. 1-12.

O'KEEFE, J.; RECCE, M.L. Phase relationship between hippocampal place units and the EEG theta rhythm. *Hippocampus*, v.3, n.3, p. 317-30, Julho de 1993.

ONOFRJ, M.; THOMAS, A.; PACI, C.; SCESI, M.; TOMBARI, R. Event-related potentials recorded in patients with locked-in syndrome. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, v. 63, n. 6, p. 759-64, Dezembro de 1997.

ORIGGI, G.; SPERBER, D. Evolution, communication and the proper function of language. In: Peter Carruthers e Andrew Chamberlain (ed.), *Evolution and the human mind: modularity, language and meta-cognition*, (1st Edt.), Cambridge: Cambridge Press, p. 140-69, 2000.

ORTEGA LJ, STOPPA K, GÜNTÜRKÜN O, TROJE NF. Limits of intraocular and interocular transfer in pigeons. *Behavior Brain Research*, v. 193, n.1, p. 69-78. Novembro de 2008.

OSVATH, M. Spontaneous planning for future stone throwing by a male chimpanzee. *Current Opinion in Biology*, v.19, n. 5, p. R190-1, Março de 2009.

OWEN, A. M.; EVANS, A. C.; PETRIDES, M. Evidence for a two stage model of spatial working memory processing within the lateral frontal cortex: a positron emission tomography study. *Cerebral Cortex*, v. 6, n.1, Fevereiro de 1996, p. 31-8.

OWEN, A.M. The functional organization of working memory processes within human lateral frontal cortex: the contribution of functional neuroimaging. *The European Journal of Neuroscience*. v.9, n.7, Julho de 1997, p. 1329-39

OWREN, M.J.; RENDALL, D.; RYAN, M.J. Redefining animal signaling: influence versus information in communication. *Biology and Philosophy*, v. 25, n.5, Julho de 2010, p. 755-80.

PALLIER, C.; DEVAUCHELLE, A.D.; DEHAENE, S. Cortical representation of the constituent structure of sentences. *PNAS*, v. 108, n. 6, p. 2522-7, Fevereiro de 2011.

PANDA, R.; BHARATH, R.; UPADHYAY, N.; MANGALORE, S.; CHENNU, S.; RAO, R. Temporal Dynamics of the Default Mode Network Characterize Meditation-Induced Alterations in Consciousness, *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 10, n. 372, Julho de 2016, p. 1-12.

PANICHELLO, M.F.; BUSCHMAN, T.J. Shared mechanisms underlie the control of working memory and attention. *Nature*, v. 592, Março de 2021, p. 601–5.

PANKSEEP, J. *Affective Neuroscience*: The Foundations of Human and Animal Emotions. 1st Ed., Oxford: Oxford University Press, 1998, p. 125-325.

PANKSEEP, J. Affective consciousness: Core emotional feelings in animals and humans. *Consciousness and Cognition*, v. 14, n. 1, p. 30–80, Março de 2005.

PANKSEPP, J. Affective neuroscience of the emotional Brain-Mind: evolutionary perspectives and implications for understanding depression. *Dialogues in Clinical Neuroscience*. v.12, n. 4, 2010, p. 533-45.

PANKSEPP, J.; FUCHS, T.; IACOBUCCI, P. The basic neuroscience of emotional experiences in mammals: The case of subcortical FEAR circuitry and implications for clinical anxiety. *Applied Animal Behaviour Science. v*. 129, 2011, p. 1–17.

PAPAGNO, C.; VALENTINE, T.; BADDELEY, A. Phonological Short-Term Memory and Foreign-Language Vocabulary Learning. *Journal of memory and language*, v.30, 1991, p. 331-47.

PARVIZI, J.; DAMASIO, A. Consciousness and the brainstem. *Cognition*, v. 79, n. 1-2, p. 135-60, Abril de 2001.

PLASSMANN, H.; O'DOHERTY, J.P.; RANGEL. A. Appetitive and aversive goal values are encoded in the medial orbitofrontal cortex at the time of decision making. *Journal of Neuroscience*, v. 30, n. 32, p. 10799-808, Agosto de 2010.

PATEL, A. D.; GIBSON, E.; RATNER, J.; BESSON, M.; HOLCOMB, P. J. Processing Syntactic Relations in Language and Music: An Event-Related Potential Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 10, n. 6, Novembro de 1998, p. 17-33

PATTERSON, J.R.; GRABOIS, M. Locked-in syndrome: a review of 139 cases. *Stroke*, v. 17, n.4, p. 758-64, Julho-Agosto de 1986.

PATTERSON. K.; NESTOR, P.J. ROGERS, T.T. Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Review Neuroscience*, v. 8, n. 12, p. 976-87, Dezembro de 2007.

PAULESU, E.; FRITH, C.D.; FRACKOWIAK, R.S. The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, v.362, n. 6418, Março de 1993, p. 342-5.
PAULS, L.J.; ARCHIBALD, L.M. Executive Functions in Children With Specific Language Impairment: A Meta-Analysis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, v. 59, n. 5, Outubro de 2016, p. 1074-86.

PAUNOV, A. M.; BLANK, I. A.; FEDORENKO, E. Functionally distinct language and theory of Mind networks are synchronized at rest and during language comprehension. *Journal of Neurophysiology*, v. 121, n.4, Abril de 2019, p. 1244-65.

PENFIELD, W.; RASMUSSEN, T. *The cerebral cortex of man; a clinical study of localization of function*. Oxford: Macmillan, p. 1950.

PENISI, A.; FALZONE. A Residuals of Intelligent Design in Contemporary Theories about Language Nature and Origins. *Humana/Mente Journal of Philosophical Studies*, v. 27, Dezembro de 2014, p. 161-80.

PENNARTZ, C.M.A.; FARISCO M.; EVERS, K. Indicators and Criteria of Consciousness in Animals and Intelligent Machines: An Inside-Out Approach. *Frontiers in Systems Neuroscience*, v. 13, n. 25, p. 1-23, Julho de 2019.

PEPPENBERG, I.M.; LYNN, S.K. Possible Levels of Animal Consciousness with Reference to Grey Parrots (Psittacus erithacus). *American zoology*, v. 40, p. 893–901, 2000.

PEREIRA JUNIOR, A. The Degrees of Consciousness, *Ciência e Cultura*. São Paulo, v. 50, n.. 2/3, p. 129-34, Março-Junho de 1998.

PEREIRA JUNIOR, A. Uma Abordagem Naturalista da Consciência, *Transformação*, São Paulo, v. 26, n. 2, 2003, p. 109-41.

PEREIRA JUNIOR, A. The projective theory of consciousness: from neuroscience to philosophical psychology, *Trans/Form/Ação*, Marília, v. 41, p. 199-232, 2018.

PERSAUD, N; DAVIDSON, M.; MANISCALCO, B.; MOBBS, D.; PASSINGHAM, R.E.; COWEY, A.; LAU, H. Awareness-related activity in prefrontal and parietal cortices in blindsight reflects more than superior visual performance. *Neuroimage*, Amsterdam, v.58, n. 2, p. 605-11, Setembro de 2011.

PERSUH. M.; LAROCK, E.; BERGER, J. Working Memory and Consciousness: The Current State of Play. *Frontiers in Human Neurosciensce*, v. 12, n.78, Março de 2018, p. 1-11.

PESSOA, L. A Network Model of the Emotional Brain. *Trends Cognitive Science*, v. 21, n. 5, Maio de 2017, p. 357-71.

PETERSEN, S. E.; FOX, P.; POSNER, M..; MINTUN, M.; RAICHLE, M. E. Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, v. 331, Fevereiro de 1988, p. 585–9.

PETERSEN, S. E.; FIEZ, J.A. The processing of single words studies with positron emission. *Annual Review of Neuroscience*, v.16, 1993, p. 509-30.

PETERSEN S. E.; SPORNS O. Brain networks and cognitive architectures. *Neuron*, v. 88, n.1, p. 207-19, 2015.

PETRIDES, M. Functional organization of the human frontal cortex for mnemonic processing. *Annals of New York Academy of Science*, v. 769, Dezembro de 1995, p. 85-96.

PETRIDES, M.; PANDYA, D.N. Dorsolateral prefrontal cortex: comparative cytoarchitectonic analysis in the human and the macaque brain and corticocortical connection patterns. European Journal of Neuroscience, v. 11, n.3, p. 1011-36. Março de 1999.

PHILLIPS, W.A.; BADDELEY, A.D. Reaction time and short-term visual memory. In: Alan Baddeley (ed.), *Exploring Working Memory*, New York: Routledge, 2018, p. 201-5.

PIATELLI-PALMIRANI, M. Evolution, selection, and cognition: From 'learning' to parameter setting in biology and the study of language, *Cognition*, v. 31, n.1, Fevereiro de 1989, p. 1-44.

PICCININI, G. Computing Mechanisms. *Philosophy of Science*, v. 74, n. 4, p. 501-26, 2007.

PICCININI, G. Computation without representation. *Philosophical Studies*, v. 137, p. 205-41, 2008a.

PICCININI, G. Computers. *Pacific Philosophical Quaterly*, v. 89, p.32-73, 2008b.

PICCININI, G.; SCARANTINO, A. Computation vs. information processing: why their difference matters to cognitive science. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 41, n.3, Setembro de 2010, p. 237–46.

PICCININI, G.; SCARANTINO, A. Information processing, computation and cognition. *Journal of Biologicl Physics*, v. 37, n. 1, p. 1-38, Janeiro de 2011.

PICCININI, G. Access Denied to Zombies. *Topoi*, v. 36, n.1, 2017, p.81-93.

PIKA, S.; LIEBAL, K.; CALL, J.; TOMASELLO, M. The Gesture Communication of Apes. *Gesture*, v. 5, n. ½, 2005, p. 41-56.

PINKER S. Language as an adaptation to the cognitive niche (Cap. 2) In: M. Christiansen & S. Kirby (Eds.) *Language evolution: Studies in The Evolution of Language*. Oxford University Press: NY, p. 16-37, 2003.

PINKER, S.; BLOOM P. Natural Language and Natural Selection. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 13, n. 4, Dezembro de 1990, p. 707–784.

PINKER, S. *Language Learnability and Language Development*, (2nd Ed), Cambridge: Harvard University Press, 1996, p. 63-165.

PINKER, S. Language as an adaptation to the cognitive niche. In: Morten H. Christiansen & Simon Kirby (Eds.), *Language evolution*, (1st ed.) New York, Oxford University Press, p. 16–37, 2003.

PINKER, S.; JACKENDOFF, R. The faculty of language: what's special about it? *Cognition*, v. 95, 2005a, p. 201-36.

PINKER, S. So How Does the Mind Work? *Mind & Language*, v. 20, n. 1, 2005b, p. 1-24.

PINKER, S.; NOWAK, M.A.; LEE, J.J. The logic of indirect speech. *PNAS*, v. 105, n. 3, p. 833-8, Janeiro de 2008.

PINKER, S. The cognitive niche: Coevolution of intelligence, sociality, and language *PNAS*, v. 107, n. 2, Maio de 2010, p. 8993-9.

PISTOIA, F.; CONSON, M.; TROJANO, L.; GROSSI, D.; PONARI, M.; COLONNESE, C.; PISTOIA, M.L.; CARDUCCI, F.; SARÀ, M. Impaired conscious recognition of negative facial expressions in patients with locked-in syndrome. *Journal of Neuroscience*, v. 30, n. 23, p.7838-44, Junho de 2010.

PITTS, W.; MCCULLOCH, W. S. How we know universals; the perception of auditory and visual forms. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, v 9, n.3, p. 127-47, Setembro de 1947.

PLOTNIK, J.M.; POKORNY, J.J.; KERATIMANOCHAYA, T.; WEBB, C.; BERONJA, H.F.; HENNESSY, A.; HILL, J.; HILL, VJ.; KISS, R.; MAGUIRE, C.; MELVILLE, B.L.; MORRISON, V.M.; SEECOOMAR, D.; SINGER, B.; UKEHAXHAJ, J.; VLAHAKIS, S.K.; YLLI, D.; CLAYTON, N.S.; ROBERTS, J.; FURE, E.L.; DUCHATELIER, A.P.; GETZ, D. Visual cues given by humans are not sufficient for Asian elephants (Elephas maximus) to find hidden food. *PLoS One*, v. 8, n. 4, p. 1-7, Abril de 2013.

POEPPEL, D.; HICKOK, G. Towards a new functional anatomy of language. *Cognition*, v. 92, n. 1-2, Junho de 2004, p.1-12.

POSNER, M.I. Attention: The mechanisms of consciousness, *PNAS*, v.91, Agosto de 1994, p. 7398-7403.

POSNER, M.I. Timing the brain: Mental chronometry as a tool in neuroscience. *PLoS Biology*, v. 3, n. 2, p. 204-6, Fevereiro de 2005.

POSNER, M.I.; ROTHBART, M.K. Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review Psychology*, v. 58, Janeiro de 2007, p. 1-23.

POSNER, M. I. Attentional Networks and Consciousness. *Frontiers in Psychology*, v. 3, n. 64, Julho de 2012, p. 1-4.

POSTLE, B.R. Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, v. 139, n. 1, Abril de 2006, p. 23-38.

PRIBRAM, K.H. Some dimensions of remembering: Steps towards a neurophysiological theory of memory. In GAITO, J. (Ed.), *Macromolecules and behavior*. New York: Academic Press, 1966, pp. 165–187.

PRINZ, J. *Gut Reactions*. New York: Oxford University Press, p.52-79, 2004

PRINZ, J. The Conscious Brain: How Attention Engenders Experience. 1st Ed, New York: Oxford University Press. p. 49-149, 2012.

PROCYK, E.; GOLDMAN-RAKIC, P.S. Modulation of dorsolateral prefrontal delay activity during self-organized behavior. *Journal of Neuroscience*, v. 26, n.44, Novembro de 2006, p. 11313-23.

PURVES, D.; AUGUSTINE, G.J.; FITZPATRICK, D.; HALL, W.C.; LAMANTIA, A.; MCNAMARA, J.O.; WILLIAMS, S.M. *Neuroscience.* 3rd Ed., Sunderland: Sinauer Associates, 2004.

QUENTIN, R.; KING, J.R.; SALLARD, E.; FISHMAN, N.; THOMPSON, R.; BUCH, E.R.; COHEN, L.G. Differential Brain Mechanisms of Selection and Maintenance of Information during Working Memory, *Journal of Neuroscience*, v., 39, n.19, Maio de 2019, p. 3728-40.

RACHMAN, S.; HODGSON, R. I. Synchrony and desynchrony in fear and avoidance. *Behavior, Research and Therapy*, v. 12, n. 4, Novembro de 1974, p.311-8.

RAGAZZONI, A.; GRIPPO, A.; TOZZI, F.; ZACCARA, G.. Event-related potentials in patients with total locked-in state due to fulminant Guillain-Barre syndrome. *International Journal of Psychophysiology*, v. 37, n. 1, p. 99-109, Julho de 2000.

RAICHLE, M.E.; MACLEOD, A.M.; SNYDER, A.Z.; POWERS, W.J.; GUSNARD, D.A.; SHULMAN, G.L. A default mode of brain function. *PNAS*, v.98, n.2, Janeiro de 2001, p. 676-82.

RAICHLE, M.E. The Brain's Default Mode Network. *Annual Review of Neuroscience*, v. 38, Julho de 2015, p. 433-47.

RAO, S.G.; WILLIAMS, G.V.; GOLDMAN-RAKIC, P.S. Destruction and creation of spatial tuning by disinhibition: GABA(A) blockade of prefrontal cortical neurons engaged by working memory. *The Journal of Neuroscience*, v. 20, n.1, Janeiro de 2000, p. 485-94.

RASMUSSEN, T.; MILNER, B. The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Science*, v. 299, Setembro de 1977, p.355-69.

REBER, A.S. An evolutionary context for the cognitive unconscious. *Philosophical Psychology*, v. 5, n. 1, p. 33-51, Junho de 1992.

REDSHAW, J.; TAYLOR, A.H.; SUDDENDORF, T. Flexible Planning in Ravens? *Trends Cognitive Science*, v. 21, n.11, p. 821-822, Novembro de 2017.

REECE, J.B.; URRY, L.A.; CAIN, M.L.; WASSERMAN, S.A.; MINORSKY, P.W.; JACKSON, R.B. Biologia de Campbell (10ed.) Porto Alegre: Artmed, p. 1136- 56. 2015.

RENSINK, R.A. Change detection. Annual Review in Psychology, n/c, v.53, n.1, p. 245-77, Fevereiro de 2002.

REPOVS, G.; BADDELEY, A. The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, v. 139, n. 1, Abril de 2006, p. 5-21.

RERKO, L.; SOUZA, A. S.; OBERAUER, K. Retro-cue benefits in working memory without sustained attention. *Memory & Cognition*, v. 42, n.5, Julho de 2014, p. 712-28.

REUSS, H.; KIESEL, A.; KUNDE, W.; HOMMEL, B. Unconscious activation of task sets. *Consciousness and Cognition*, v. 20, n. 3, p. 556-67, Setembro de 2011.

RICHARDSON, R. The prospects for an evolutionary psychology: Human language and human reasoning. *Minds and Machines*, v.6, n.4, Novembro de 1996, p. 541–57.

RICHMOND, B.J. Information Coding. In: Larry R. Squire (ed.), *Encyclopedia of Neuroscience*, 1st Ed., Cambridge, MA: Academic Press, 2009, p. 137-144.

RIECHERT, S. E. Games Spiders Play: Behavioral variability in territorial disputes. *Behavioral ecology and sociobiology*, v.3, Junho de 1978, p. 135-62.

RIGGALL, A.C.; POSTLE, B.R. The relationship between working memory storage and elevated activity as measured with functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, v. 32, n. 38, Setembro de 2012 p. 12990-8.

RILLING, J.K.; BARKS, S.K.; PARR, L.A.; PREUSS, T.M.; FABER, T.L.; PAGNONI, G.; BREMNER, J.D.; VOTAW, J.R. A comparison of resting-state brain activity in humans and chimpanzees. *PNAS*, v. 104, n. 43, p. 17146-51, Outubro de 2007.

RIZZOLATTI, G.; CRAIGHERO, L. Mirror neuron: a neurological approach to empathy. *Annual Reviews of Neuroscience*, v. 27, n. n/c, p. 169-92, Abril de 2004.

ROBBINS, T.W.; ARNSTEN A.F. The neuropsychopharmacology of fronto-executive function: monoaminergic modulation. *Annual Reviews of Neuroscience*, v. 32, 2009, p. 267-87.

ROBINSON, Z.; MALEY, C.; PICCININI, G Is Consciousness a Spandrel? *Journal of the American Philosophical Association*, v. 1, n. 2, p. 365-83, Junho de 2015.

ROCHAT, P., & ZAHAVI, D. The uncanny mirror: A re-framing of mirror self-experience. *Consciousness and cognition*, v. 2, p. 204–213, 2011.

ROELOFS, A. Attention, spatial integration, and the tail of response time distributions in Stroop task performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 65, n.1, Janeiro de 2012, 135–50.

ROFES, A.; MANDONNET, E.; DE AGUIAR, V.; RAPP, B.; TSAPKINI, K.; MICELI, G. Language processing from the perspective of electrical stimulation mapping. *Cognitive Neuropsychology*, v. 36, n. 3-4, p. 117-39, Maio-Junho de 2019.

ROLLS, E. (2008). Consciousness, decision making and neural computation. In: V. Cutsuridis et. Al. (eds.), perception-action cycle: models, architectures and hardware. Springer series and cognitive neural systems 1.

ROMO, R.; HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; SALINAS, E. Somatosensory discrimination based on cortical microstimulation. *Nature*, v. 392, n. 6674, p. 387–90, Março de 1998.

ROMO, R.; HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; BRODY, CD.; LEMUS, L. Sensing without touching: psychophysical performance based on cortical microstimulation. *Neuron*, v. 26, n. 1, p. 273-8, Abril de 2000.

ROMO, R.; HERNÁNDEZ, A.; ZAINOS, A.; LEMUS, L.; BRODY, C.D. Neuronal correlates of decision-making in secondary somatosensory cortex. *Nature Neuroscience*, v. 5, n. 11, p. 1217-25. Novembro de 2002.

ROSE, N.S.; CRAIK, F.I. A processing approach to the working memory/long-term memory distinction: evidence from the levels-of-processing span task. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, v. 38, n.4, Julho de 2012, p. 1019-29.

ROSE, N. S.; LAROCQUE, J. J.; RIGGALL, A. C.; GOSSERIES, O.; STARRETT, M. J.; MEYERING, E.; POSTLE, B. Reactivation of latent working memories with transcranial magnetic stimulation. *Science*, v. 354, n. 6316, Dezembro de 2016, p. 1136-9.

ROSENTHAL, D. Two Concepts of consciousness, *Philosophical Studies*, v. 49, Julho de 1986, p. 329-59.

ROSENTHAL, D. M. State Consciousness and Transitive Consciousness. Consciousness and Cognition, v. 2, 1993, p. 355-63.

ROSENTHAL, D. M. Why Are Verbally Expressed Thoughts Conscious? In: David Rosenthal, *Consciousness and Mind*, Oxford: Clarendon Press, 2005, chapter 10, 2005, p. 283-305.

ROSENTHAL, D.M. Consciousness and its function. *Neuropsychologia*, v. 46, n. 3, p. 829-40, Fevereiro de 2008.

ROSENTHAL, G.; VÁŠA, F.; GRIFFA, A.; HAGMANN, P.; AMICO, E.; GOÑI, J.; AVIDAN, G.; SPORNS, O. Mapping higher-order relations between brain structure and function with embedded vector representations of connectomes. *Nature Communication*, v. 9, n. 1, p. , Junho de 2018.

ROSKIES, A. The Binding Problem. *Neuron*, v. 24, Setembro de 1999, p. 7-9.

ROSS, B.; LOPEZ, M.D. 40-Hz Binaural beats enhance training to mitigate the attentional blink. *Scientific Reports*, v. 10, n. 7002, Abril de 2020, p. 1-12.

RUCH, S.; ZÜST, M.A.; HENKE, K. Subliminal messages exert long-term effects on decision-making. *Neuroscience of Consciousness*, v. 2016, n. 1, p. 1-9, Agosto de 2016

SAFRAN, E.M. Aphasia and the relationship of the language and Brain. *Seminars in Neurology*, v. 20, n.4, 2000, p. 409-18.

SALINAS, E; SEJNOWSKI T.J. Correlated Neural Activity and the Flow of Neural Information. *National Review Neuroscience*, v.2, p. 539-550.

SACKUR, J.; DEHAENE, S. The cognitive architecture for chaining of two mental operations. *Cognition*, v. 111, n. 2, p.187-211 Maio de 2009.

SAPIR, E. The status of linguistics as a science. *Language*, v. 5, p. 207-14. In: David Mandelbaum (ed.), *Selected Writings of Edward Sapir in Language Culture and Personality*. Berkeley: University of California Press: p. 160–166, 1968.

SANZ, C.; MORGAN, D.; GULICK, S. New insights into chimpanzees, tools, and termites from the Congo Basin. *The American Naturalist*, v. 164, n. 5, p. 567-81, Novembro de 2004.

SASAKI, T.; HÖLLDOBLER, B.; MILLAR, J.G.; PRATT, S.C. A context-dependent alarm signal in the ant Temnothorax rugatulus. *Journal of Experimental Biology*, v. 217, n. 18, Junho de 2014, p. 3229-36.

SAUR, D.; KREHER, B.W.; SCHNELL, S.; KÜMMERER, D.; KELLMEYER, P.; VRY, M.S.; UMAROVA R.; MUSSO, M.; GLAUCHE, V.; ABEL, S.; HUBER, W.; RIJNTJES, M.; HENNIG, J.; WEILLER, C. Ventral and dorsal pathways for language. *PNAS*, v.105, n. 46, p. 18035-40, Novembro de 2008.

SAWATANI, F.; IDE, K.; TAKAHASHI S. The neural representation of time distributed across multiple brain regions differs between implicit and explicit time demands. *Neurobiology of Learning and Memory*, v. 199, n. 107731, p. 108, Março de 2023.

SCHACTER, D.L. Multiple forms of memory in humans and animals. In: Weinberger NM, McGaugh JL, Lynch G. *Memory systems of the brain: Animal and human cognitive processes*. New York: Guilford Publications; p. 351-379, 1985.

SCHACTER, D. L; ADDIS, D. R. The evolution of foresight: What ismental time travel, and is it unique tohumans? *Behavioral and Brain Sciences*, v. 30, n.3, 2007, p. 299–351.

SCHWARZKOPF, D.S.; REES, G. Interpreting local visual features as a global shape requires awareness. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 278, n. 1715, p. 2207-15, Dezembro de 200.

SCHLEGEL, A.; KOHLER, P.J.; FOGELSON, S.V.; TSE, P.U. Network structure and dynamics of the mental workspace. *PNAS*, v.10, n. 40, Outubro de 2013, p. 16277–82.

SCHMIDT, R.W. The Role of Consciousness in Second Language Learning, *Applied Linguistics*, v. 11, n. 2, Junho de 1990, p. 129–158.

SCHNAKERS, C.; PERRIN, F.; SCHABUS, M.; HUSTINX, R.; MAJERUS, S.; MOONEN, G.; BOLY, M.; VANHAUDENHUYSE, A.; BRUNO, M.A.; LAUREYS, S. Detecting consciousness in a total locked-in syndrome: an active event-related paradigm. *Neurocase*, v. 15, n. 4, p. 271-7, Fevereiro de 2009.

SEARLE, J. The Intentionality and their place in Nature. *Synthese*, v. 61, n. 1, Outubro de 1984, p. 3-16.

SEARLE, J. Consciousness, explanatory inversion, and cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 4, 1990, p. 585–96.

SEARLE, J. The Problem of Consciousness. *Consciousness and Cognition*, Amsterdam, v.2, n. 4, p. 310-9, n/c 1993.

SELLERS. W. *Empiricism and the Philosophy of Mind*. Cambridge: Havard University Press, p. 94-117, 1997

SENKOWSKI, D.; T.R. SCHNEIDER; J.J. FOXE; A.K. ENGEL. Crossmodal binding through neural coherence: implications for multisensory processing. *Trends in Neurosciences*, v. 31, n. 8, p. 401-9, Agosto de 2008.

SETH, A.K.; BAARS, B. J.; EDELMAN, D.B. Criteria for consciousness in humans and other mammals. *Consciousness and Cognition*, v. 14, p. 119–139, 2005.

SETH, A.K.; IZHIKEVICH, E.; GEORGE N. REEKE, G.N., EDELMAN, G.M. Theories and measures of consciousness: An extended framework. PNAS, v. 103, n. 28, Julho de 2006, p. 10799–10804.

SETH, A. What behaviourism can (and cannot) tell us about brain imaging. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 18, n. 1, p 5-6, Janeiro de 2014.

SETH, A.; FRISTON, K.J. Active interoceptive inference and the emotional brain. Philosophical Transactions Real Society London B Biology Science, v. 371, n. 1708, p. 1-10, Novembro de 2016.

SETH, A.; BAYNE, T. Theories of consciousness. *Nature Neuroscience*, v. 23, n.7, p. 439-52, Julho de 2022.

SEYFARTH, R.M.; CHENEY, D.L. Meaning and mind in monkeys. *Scientific American*, v. 267, n.6, Dezembro de 1992, p. 122-8.

SEYFARTH, R.M.; CHENEY, D.L. Signalers and Receivers in Animal Communication. *Annual Review Psychology*, v. 54, Setembro de 2002, p. 145–73

SHACKMAN, A.J.; MCMENAMIN, B.W.; MAXWELL, J.S.; GREISCHAR, L.L.; DAVIDSON, R.J. Right dorsolateral prefrontal cortical activity and behavioral inhibition. *Psychological Science*, v. 20, n.12, p. 1500-6, Dezembro de 2009.

SHAFTO, J.P.; PITTS, M.A. Neural signatures of conscious face perception in an inattentional blindness paradigm. *Journal of Neuroscience*, v. 35, n.31, Agosto de 2015, p. 10940-8.

SHALLICE, T.; WARRINGTON, E. K. Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 22, n.2, 1970, p. 261-273.

SHALLICE, T. Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, Londres, v. 298, n. 1089, Junho de 1982, p. 199–209.

SHANNON, C.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*, 1st ed. Urbana: The University Illinois Press, 1964.

SHINE, J. M.; POLDRACK, R. A. Principles of dynamic network reconfiguration across diverse brain states. *NeuroImage*, v. 180, Outubro de 2018, p. 396-405.

SCHOLZ, B.C.; PELLETIER, F.J.; PULLUM, J.K.; NEFDT, R. Philosophy of Linguistics. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. < https://plato.stanford.edu/entries/linguistics/#ThrAppLinTheExtEmeEss> Consulta realizada em 7 de Setembro de 2022.

SCHWERING, S.C.; MACDONALD, M.C. Verbal Working Memory as Emergent from Language Comprehension and Production. *Frontiers in Human Neuroscience*, v.14, n.68, Março de 2020, p. 1-19.

SHEINBERG, D.L.; LOGOTHETIS, N. K. The role of temporal cortical areas in perceptual organization. *PNAS*, v. 94, n.7, p. 3408–13, Abril de 1997.

SHEPHERD, J. Conscious Control over Action. *Mind and Language*, v. 30, n. 3, p. 320-44, Junho de 2015.

SHIGENO, S.; ANDREWS, P.L.R.; PONTE, G.; FIORITO, G. Cephalopod Brains: An Overview of Current Knowledge to Facilitate Comparison With Vertebrates. *Frontiers in Physiology*, v. 9, n. 952, p. 1-16, Julho de 2018 .

SHIMAMURA, A.P.; JURICA, P.J.; MANGELS, J.A.; GERSHBERG, F.B.; KNIGHT, R.T. Susceptibility to Memory Interference Effects following Frontal Lobe Damage:

Findings from Tests of Paired-Associate Learning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 7, n. 2, p.144-52 n/c 1995.

SHTYROV, Y.; PULVERMÜLLER, F.; NÄÄTÄNEN, R.; ILMONIEMI, R. J. Grammar processing outside the focus of attention: An MEG study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v.15, n. 8, p. 1195-206, Novembro de 2003.

SICLAIR, F.; BAIRD, B.; PEROGAMVROS, L.; BERNARDI, G.; LAROCQUE, J. J.; RIEDNER, B.; BOLY, M.; POSTLE, B.; TONONI, G. The neural correlates of dreaming. *Nature Neuroscience*, v. 20, n.6, Junho de 2017, p. 872-8.

SIEGAL, J. M.; VARLEY, R. Neural systems involved in 'theory of mind'. *Nature Review Neuroscience*, v. 3, Junho de 2002, p. 463-71.

SIEGEL, J.M. Do all animals sleep? *Trends in Neuroscience*, v. 31, n. 4, p. 208-13, Abril de 2008.

SIMONS, D.J. Attentional capture and inattentional blindness. *Trends in Cognitive Science*, Cambridge, v.4, n.4, p. 147-55, Abril de 2000.

SINGER, T; LEIBERG, S. Sharing the emotions of others: The neural bases of empathy. In: Gazzaniga, M S. *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press, 2009, p. 971-984.

SKEIDE, M. A.; FRIEDERICI, A. D. The ontogeny of the cortical language network. *Nature Review Neuroscience*, v. 17, n.5, Maio de 2016, p. 323–32.

SLOTNICK, S.D.; THOMPSON, W.L.; KOSSLYN, S.M. Visual memory and visual mental imagery recruit common control and sensory regions of the brain. *Cognitive Neuroscience*, v. 3, n. 1, p. 14-20, n/c, 2012.

SMITH, C.A.; LAZARUS, R.S. Emotion and adaptation. In: LA Pervin (ed). *Handbook of personality: Theory and Research*. New York: Guilford. p 609-37, 1990.

SMITH, E.E.; JONIDES, J.; KOEPPE, R.A. Dissociating verbal and spatial working memory using PET. *Cerebral Cortex*, v.6, n. 1, Janeiro de 1996, p.11-20.

SMITH, E.E.; JONIDES, J. Working memory: a view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, v. 33, n. .1, Junho de 1997, p. 5-42.

SMITH, E.E.; JONIDES, J.; MARSHUETZ, C.; KOEPPE, R.A. Components of verbal working memory: evidence from neuroimaging. *PNAS*, v. 95, n. 3, Fevereiro de 1998, p. 876-82.

SMITH, J.D.; BERAN, M.J.; COUCHMAN, J.J.; COUTINHO, M.V. The comparative study of metacognition: sharper paradigms, safer inferences. *Psychonomic Bulletin & Review*, v. 15, n. 4, p. 679-91, Agosto de 2008.

SMITH, R.S.; KENNY, C.J.; GANESH, V.; JANG, A.; BORGES-MONROY, R.; PARTLOW, J.N.; HILL, R.S.; SHIN, T.; CHEN, A.Y.; DOAN, R.N.; ANTTONEN, A.K.; IGNATIUS, J.; MEDNE, L.; BÖNNEMANN, G.G.; HECHT, J..; SALONEN, O.; BARKOVICH, A.J.; PODURI, A.; WILKE, M.; DE WIT, M.C.Y.; MANCINI, G.M.S.; SZTRIHA, L.; IM, K.; AMROM, D.; ANDERMANN, E.; PAETAU, R.; LEHESJOKI, A.E.; WALSH, C.A.; LEHTINEN, M.K. Sodium Channel SCN3A (NaV1.3) Regulation of Human Cerebral Cortical Folding and Oral Motor Development. *Neuron*, v. 99, n. 5), p. 905-913, Setembro de 2018.

SOTO, D.; HODSOLL, J.; ROTSHTEIN, P.; HUMPHREYS, G. W. Automatic guidance of attention from working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 12, n. 9, Setembro de 2008, p. 342–348.

SOTO, D.; MÄNTYLÄ, T.; SILVANTO, J. Working memory without consciousness. *Current Biology*, v.21, n. 22, p. R912-3, Novembro de 2011.

SOUZA, A. S.; OBERAUER, K. The contributions of visual and central attention to visual working memory. *Attention, Perception & Psychophysics*, v. 79, Junho de 2017, p. 1897-916.

SPAULDING, T.J.; PLANTE, E.; VANCE, R. Sustained selective attention skills of preschool children with specific language impairment: evidence for separate attentional capacities. *Journal Speech, Language and Hearing Research*, v. 1, n. 1, Fevereiro de 2008, p. 16-34.

SPARING. R.; DAFOTAKIS, M.; MEISTER, I.G.; THIRUGNANASAMBANDAM, N.; FINK, G.R. Enhancing language performance with non-invasive brain stimulation--a transcranial direct current stimulation study in healthy humans. *Neuropsychologia*, v. 46, n. 1, p. 261-8, Janeiro de 2008.

SPEIDEL, G. E. Phonological short-term memory and individual differences in learning to speak: a bilingual case study. *First Language*, v. 13, n. 37, 1993, p. 69–91.

SPERLING, G. The information available in brief visual presentation. *Psychological Monographs: General and Applied*, v. 74, n. 498, 1960, p, 1-29.

SPRAGUE, T. C.; ESTER, E. F.; SERENCES, J. T. Restoring latent visual working memory representations in human cortex. *Neuron*, v. 91, n. 3, Agosto de 2016, p. 694–707.

SPREER, J.; ARNOLD. S.; QUISKE, A.; WOHLFARTH, R.; ZIYEH, S.; ALTENMÜLLER, D.; HERPERS, M.; KASSUBEK, J.; KLISCH, J.; STEINHOFF, B.J.; HONEGGER, J.; SCHULZE-BONHAGE, A.; SCHUMACHER, M. Determination of hemisphere dominance for language: comparison of frontal and temporal fMRI activation with intracarotid amytal testing. *Neuroradiology*, v. 44, n.6, Junho de 2002, p. 467-74.

SPRENG, R.N.; MAR, R.A.; KIM, A.S. The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of mind, and the default mode: a quantitative meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 21, n. 3, p. 489-510, Março de 2009.

SPRENG, R.N. The fallacy of a "task-negative" network". *Frontiers in Psychology*, v. 3,n .145, p. 1-5, Janeiro de 2012.

STEGMANN, U. E. A consumer-based teleosemantics for animal signals. *Philosophy Of Science*, v. 76, 2009, p. 864-75.

STERIADE, M.; MCCORMICK, D.A.; SEJNOWSKI, T.J. Thalamocortical oscillations in the sleeping and aroused brain. *Science*. v. 262, n. 5134, p. 679-85, Outubro de 1993

STICH, S.; RAVENSCROFT, R. What is folk psychology? *Cognition*. v. 50, 1994, p. 447-68

SUDDENDORF. T.; COLLIER-BAKER, E. The evolution of primate visual self-recognition: evidence of absence in lesser apes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 276, n. 1662, p. 1671–7, Fevereiro de 2009.

SUDDENDORF, T.; CORBALLIS, M.C. Behavioural evidence for mental time travel in nonhuman animals. *Behavioral Brain Research*, v. 215, n. 2, p. 292-8, Dezembro de 2010.

SWAAB, T. Y.; LEDOUX, K.; CAMBLIN, C. C.; BOUDEWYN, M. A. Language-related ERP components. In: E.S. Kappenman, S.J. Luck (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*, 1st ed., New York: Oxford University Press, p. 397–440, 2013.

TALWAR, S. K.; XU, S.; HAWLEY, E.S.; WEISS, S.A.; MOXON, K.A.; CHAPIN, J.K. Rat navigation guided by remote control. *Nature*, v. 417, p. 37-8, Maio de 2002.

TATTERSALL, I. What Happened in the Origin of Human Consciousness? *The Anatomical Record*, v. 276b, p. 19-26, 2004.

TAYLOR, A.H.; ELLIFFE, D.; HUNT, G.R.; GRAY, R.D. Complex cognition and behavioral innovation in New Caledonian crows. *Proceedings in Biology of Science*, v. 277, n. 1694, p. 2637-43, Setembro de 2010.

TEMPLETON, C.N.; RÍOS-CHELÉN, A.A.; QUIRÓS-GUERRERO, E.; MANN, N.I.; SLATER, P.J. Female happy wrens select songs to cooperate with their mates rather than confront intruders. *Biology Letters*, v. 9, n. 1, Fevereiro de 2013, p. 1-4.

TERAMITSU, I.; KUDO, L.C.; LONDON, S.E.; GESCHWIND, D.H.; WHITE, S.A. Parallel FoxP1 and FoxP2 expression in songbird and human brain predicts functional interaction. *Journal of Neuroscience*; v. 24, n. 13, p. 3152-63, Março de 2004.

THEUNISSEN, F.; MILLER, J.P. Temporal encoding in nervous systems: a rigorous definition. *Journal of Computational Neuroscience*, v. 2, n. 2, p. 149-62, Junho de 1995.

THIBAUT, A.; BRUNO, M.A.; CHATELLE, C.; GOSSERIES, O.; VANHAUDENHUYSE, A.; DEMERTZI, A.; SCHNAKERS, C.; THONNARD, M.; CHARLAND-VERVILLE, V.; BERNARD, C.; BAHRI, M.; PHILLIPS, C.; BOLY, M.; HUSTINX, R.; LAUREYS, S. Metabolic activity in external and internal awareness networks in severely brain-damaged patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 44, n. 6, p. 487-94, Maio de 2012.

THORPE, S.J. Spike arrival times: A highly efficient coding scheme for neural networks. In: Eckmiller, R.; Hartmann, G.; Hauske, G. (eds.). *Parallel processing in neural systems and computers*, North-Holland, p. 91-4, Janeiro de 1990.

THORPE, S.; FIZE, D.; MARLOT, C. Speed of processing in the human visual system. *Nature*, v. 381, p. 520–2, Junho de 1996.

TIMMERMANN, C.; ROSEMAN, L.; SCHARTNER, M. ET AL. Neural correlates of the DMT experience assessed with multivariate EEG. Scientific Reports, v. 9, n. 16324, Novembro de 2019, p. 1-13.

TOMASELLO, M.; CALL, J.; HARE, B. Chimpanzees understand psychological states: the question is which ones and to what extent. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 7, n.4, Abril de 2003, p. 153-6.

TOMASELLO M. *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*. Harvard University Press: Cambridge: MA. 2003.

TOMASELLO, M. *Origens of Human Communication.* (1st Ed.), Cambridge, MA: MIT Press, p. 57-107, 2010.

TOMASELLO, M. The ultra-social animal. *European Journal of Social Psychology*, v. 44, Fevereiro de 2014, p. 187–94

TOMASI, D.; VOLKOW, N.D. Resting functional connectivity of language networks: characterization and reproducibility. *Molecular Psychiatry*, v. 17, n. 8, p. 841-54, Julho de 2012.

TONG, F.; NAKAYAMA, K.; VAUGHAN, J.T.; KANWISHER, N. Binocular rivalry and visual awareness in human extrastriate cortex. *Neuron*, v. 21, n. 4, p. 753-9, Outubro de 1998.

TONG, F. Imagery and visual working memory: one and the same? Trends in Cognitive *Science*, v.17, n. 10, p. 489-90, Outubro de 2013.

TOOBY, J.; DEVORE, I. The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling. In: Kinzey WG (Edt.). *The Evolution of Human Behavior: Primate Models*. Albany, NY: SUNY Press, 1987, p. 183-237.

TOOBY, J.; COSMIDES, L. Evolutionary Psychology and the Generation of Culture: Theoretical Considerations. *Ethology and Sociobiology*. n.10, 1989, p. 29-49.

TOOBY, J.; COSMIDES, L. The evolutionary psychology of the emotions and their relationship to internal regulatory variables. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones, & L. F. Barrett (Eds.). *Handbook of emotions*. New York, The Guilford Press. p. 114-38, 2008.

TONONI, G.; EDELMAN, G. Consciousness and Complexity. *Science*, v. 282, Dezembro de 1998, p. 1846-51.

TONONI, G. An information integration theory of consciousness. *BMC Neuroscience*, v. 5, n. 42, Novembro de 2004, p. 1-22.

TONONI, G., KOCH, C. Consciousness: here, there and everywhere. *Philosophical Transactions Real Society of London B*, v.370. 2015, p.1-18.

TREISMAN, A. Solutions to the Binding Problem: Progress through Controversy and Convergence. *Neuron*, v. 24, Setembro de 1999, p. 105-110.

TREMBLAY, S.; SAINT-AUBIN, J.; JALBERG, A. Rehearsal in serial memory for visual-spatial information: Evidence from eye movements. *Psychonomic Bulletin & Review*, v. 13, n. 3, Junho de 2006, p. 452-57.

TRIVERS, R. The evolution of reciprocal altruism. *The Quarterly Review of Biology*, v. 46, n.1, Março de 1971, p. 35–57.

TRUSCOTT, J.; SHARWOOD SMITH, M. Input, intake, and consciousness: The Quest for a Theoretical Foundation, *Studies in Second Language Acquisition*, v. 33, 2011, p. 497– 528.

TRUSCOTT, J. Consciousness in SLA: A modular perspective. *Second Language Research*, v. 31, n.3, 2015, p. 413–34.

TSUCHIDA A., FELLOWS L. K. Lesion evidence that two distinct regions within prefrontal cortex are critical for n-back performance in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 21, n.12, Dezembro de 2009, p. 2263–75

TSUCHIYA, N: BOXTEL, J. Introduction to research topic: attention and consciousness in different senses. *Frontiers in Psychology*, v. 4, n. 239, Maio de 2013, p. 1-5.

TSUCHIYA, N, KOCH, C. The relationship between consciousness and top–down attention. In: *The neurology of consciousness,* Laureys, S.; Gosseries, O.; Tononi, G. (eds), 2nd ed., San Diego: Academic Press, p. 71–91, 2016.

TULVING, E. Episodic and semantic memory. In: Tulving, E.; Donaldson, W. (eds.). *Organization of Memory*. New York: Academic Press. p. 381-402, 1972.

TULVING, E.; THOMSON, D. M. Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, v. 80, n. 5, 1973, p. 352–73.

TULVING, E. Memory and Consciousness. *Canadian Psychology*, v.26, n. 1, 1985, p. 1-12.

TULVING, E. Episodic memory and autonoesis: Uniquely human? IN: *The Missing Link in Cognition: Origins of self-reflective consciousness.* Terrace HS, Metcalfe J (ed) NY: Oxford Univ Press. 2005, p 4-56.

TUNMER, W. E., & HOOVER, W. A. Cognitive and linguistic factors in learning to read. In P. B. Gough, L. C. Ehri, & R. Treiman (Eds.), *Reading acquisition*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Press, 1992, pp. 175-214.

TURKEN, A.U.; DRONKERS, N.F. The neural architecture of the language comprehension network: converging evidence from lesion and connectivity analyses. *Frontiers in System Neuroscience*, v. 5, n. 1, Fevereiro de 2011.

TURNBULL, O.H.; DENIS, M.; MELLET, E.; GHAËM, O.; CAREY, D.P. The processing of visuo-spatial information: Neuropsychological and neuroimaging investigations. In: Denis, M.; Logie, R.; Cornoldo, C (Eds.), *Imagery, Language and Visuo-Spatial Thinking*. Hove: Psychology Press. 2012, p. 81–107.

TURNER, B. O.; PAUL, E. J.; MILLER, M. B.; BARBEY, A. K. Small sample sizes reduce the replicability of task-based fMRI studies. *Communications Biology*, v .1, n. 62, p.1-10, Dezembro de 2018

TREISMAN, A. M. Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 8, 1982, p. 194-214.

TWAIT, E.; FARAH, R.; HOROWITZ-KRAUS, T. Decreased functional connectivity of the salience network during narrative comprehension in children with reading difficulties: an fMRI study. *Neuroimage Clinic*, v. 20, Outubro de 2018, p. 987-92.

UDDIN, L. Q.; KELLY, A. M.; BISWAL, B. B.; CASTELLANOS, F. X.; MILHAM, M. P. Functional connectivity of default mode network components: Correlation, anticorrelation, and causality. *Human Brain Mapping*, v. 30, n.2, p. 625-37, Fevereiro de 2009.

UDDIN, L. Q. Salience processing and insular cortical function and dysfunction. *Nature Review Neuroscience*, v. 16, n.1, Janeiro de 2015, p.55–61.

UDDIN, L.Q.; YEO, B.T.T.; SPRENG, R.N. Towards a Universal Taxonomy of Macro-scale Functional Human Brain Networks. *Brain Topography*, v. 32, n. 6, p. 926-42, Novembro de 2019.

ULLER, C.; LEWIS, J. Horses (Equus caballus) select the greater of two quantities in small numerical contrasts. *Animal Cognition*, v. 12, n. 5, p. 733-8, Setembro de 2009.

VAN DEN BROUCKE, A.R.E.; SLIGTE, I.; LAMME, V. Manipulations of attention dissociate fragile visual short-term memory from visual working memory. *Neuropsychologia* v .49, n. 6, p. 1559-68, Março de 2011.

VAN DEN BUSSCHE, E.; SEGERS, G.; & REYNVOET, B. Conscious and unconscious proportion effects in masked priming. *Consciousness and Cognition*, v. 17, n. , p. 1345-58, 2008.

VANHAUDENHUYSE, A.; NOIRHOMME, Q.; TSHIBANDA, L.J.; BRUNO, M.A.; BOVEROUX, P.; SCHNAKERS, C.; SODDU, A.; PERLBARG, V.; LEDOUX, D.; BRICHANT, J.F.; MOONEN, G.; MAQUET P.; GREICIUS, M.D.; LAUREYS, S.; BOLY, M. Default network connectivity reflects the level of consciousness in non-communicative brain-damaged patients. *Brain*, v.133, n. 1, p. 161-71, Janeiro de 2010.

VAN GAAL, S.; RIDDERINKHOF, K. R.; VAN DEN WILDENBERG, W. P. M.; LAMME, V. A. F. Dissociating consciousness from inhibitory control: Evidence for unconsciously triggered response inhibition in the stop-signal task. Journal of Experimental Psychology: *Human Perception and Performance*, v. 35, n. 4, 1129-39, Agosto de 2009.

VAN GAAL, S.; LAMME, V. A. F.; RIDDERINKHOF, K. R. Unconsciously triggered conflict adaptation. *PLoS ONE*, v. 5, n. 7, e11508, Julho de 2010.

VAN GAAL, S., DE LANGE, F., COHEN M. The role of consciousness in cognitive control and decision making. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 6, n. 121, p. 1-15, Maio de 2012a.

VAN GAAL, S.; LAMME, V.A.F. Unconscious High-Level Information Processing: Implication for Neurobiological Theories of Consciousness. *The Neuroscientist*, v. 18, n. 3, p. 287-301, Junho de 2012b.

VAN GULICK, R. Inward and upward: reflection, introspection and self-awareness. *Philosophical Topics*, v. 28, p. 275–305, 2000.

VAN GULICK, R. Consciousness and Cognition. In: Eric Margolis, Richard Samuels, Stephen P. Stich (eds), *The Oxford Handbook of Philosophy of Cognitive Science*, Oxford: Oxford Handbooks, Maio de 2012, https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195309799.013.0002 , acessado em 2 Janeiro de 2023.

VAN GULICK, R. Consciousness. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 2014. https://plato.stanford.edu/entries/consciousness/#Con. Acessado em 30 de Junho de 2022.

VANHAUDENHUYSE, A.; NOIRHOMME, Q., TSHIBANDA, L.J.F. ET.AL. Default network connectivity reflects the level of consciousness in non-communicative brain-damaged patients. *Brain*, v. 133, 2010, p. 161-71.

VAN OPSTAL, F.; DE LANGE, F. P.; DEHAENE, S. Rapid parallel semantic processing of numbers without awareness. *Cognition*, v. 120, n. 1, p. 136-47, n/c 2011.

VAN RULLEN, R.; THORPE, S.J. The Time Course of the Visual Processing: from early perception to decision making. Journal of the Cognition Neuroscience, v.13, 2001, p. 454-61.

VANDENBROUCKE, A.R.; FAHRENFORT, J.J.; SLIGTE, I.G.; LAMME, V.A. Seeing without knowing: neural signatures of perceptual inference in the absence of

report. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Cambridge, v. 26, n.5 p. 955-69, Maio de 2014.

VAN ACKEREN, M. J.; CASASANTO, D.; BEKKERING, H.; HAGOORT, P.; RUESCHEMEYER, S. A. Pragmatics in action: indirect requests engage theory of mind areas and the cortical motor network. *Journal of Cognitive. Neuroscience*, v. 24, n.11, Novembro de 2012, p. 2237-47.

VARELA, F.; THOMSON, E. Neural synchronicity and the unity of mind: a neurophenomenological perspective. In: Cleermans, A. (ed.) *The Unity of Consciousness: Binding, Integration, and Dissociation*. Oxford: Oxford University Press, 2003, p. 266-87.

VARGHA-KHADEM, F.; WATKINS, K.; ALCOCK, K.; FLETCHER, P.; PASSINGHAM, R. Cognitive and praxic deficits in a large family with a genetically transmitted speech and language disorder. *PNAS*, v. 92, n3, p. 930-33, Janeiro de 1995.

VARGHA-KHADEM, F, WATKINS, K.E.; PRICE, C.J.; ASHBURNER, J.; ALCOCK, K.J.; CONNELLY, A.; FRACKOWIAK, R.S.; FRISTON, K.J.; PEMBREY, M.E.; MISHKIN, M.; GADIAN, D.G.; PASSINGHAM, R.E. Neural basis of an inherited speech and language disorder. *PNAS*, v. 95, n. 21, p. 12695-700, Outubro de 1998.

VARGHA-KHADEM, F.; GADIAN, D.G.; COPP, A.; MISHKIN, M. FOXP2 and the neuroanatomy of speech and language. Nature Review Neuroscience, v. 6, n. 2, p. 131-8, Fevereiro de 2005.

VATANSEVER, D.; MENON, D. K.; MANKTELOW, A. E.; SAHAKIAN, B. J.; STAMATAKIS, E. A. Default mode dynamics for global functional integration. *Journal of Neuroscience*, v. 35, n. 46, 2015, p. 15254-62.

VAUCLAIR, J.; FAGOT, J.; HOPKINS, W. D. Rotation of mental images in baboons when the visual input is directed to the left cerebral hemisphere. *Psychological Science*, v. 4, n. 2, p. 99-103, Março de 1993.

VELMANS, M. Is Human information processing conscious? *Behavioral and Brain Sciences*, v. 14, n. 4, Dezembro de 1991, p.651-68.

VENDRELL, P.; JUNQUÉ, C.; PUJOL, J.; JURADO, M.A.; MOLET, J.; GRAFMAN, J. The role of prefrontal regions in the Stroop task. *Neuropsychologia*, v. 33, n. 3, p. 341-52, Março de 1995.

VICTOR, J. D. Spike train metrics. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 15, n. 5, p. 585–592, Outubro de 2005.

VIETZE, I.; WENDT, M. Context specificity of conflict frequency-dependent control. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 62, n.7, p. 1391-1400, Fevereiro de 2009.

VIGNEAU, M.; BEAUCOUSIN, V.; HERVÉ, P.Y.; DUFFAU, H.; CRIVELLO, F.; HOUDÉ, O.; MAZOYER, B.; TZOURIO-MAZOYER, N. Meta-analyzing left hemisphere language areas: phonology, semantics, and sentence processing. *Neuroimage*, v.30, n. 4, p. 1414-32 Maio de 2006.

VILLIERS, J.G.; VILLIERS, P.A. The Role of Language in Theory of Mind Development. *Topics in Language Disorders*, v. 34, n.4, Outubro-Dezembro de 2014, p. 313-28.

VOLZ, LJ.; GAZZANIGA, M.S. Interaction in isolation: 50 years of insights from split-brain research. *Brain*, v. 140, n. 7, p. 2051-2060, Julho de 2017.

VON BARTHELD, C.S.; BAHNEY, J.; HERCULANO-HOUZEL, S. The search for true numbers of neurons and glial cells in the human brain: A review of 150 years of cell counting. Journal of Comparative Neurology, v. 524, n. 18), p. 3865-95, Dezembro de 2016.

VON DÜRCKHEIM, K.E.; HOFFMAN, L.C.; LESLIE, A.; HENSMAN, M.C.; HENSMAN, S.; SCHULTZ, K.; LEE, S. African elephants (Loxodonta africana) display remarkable olfactory acuity in human scent matching to sample performance. *Applied Animal Behavior. Science*, v. 200, p. 123–129, Janeiro de 2018.

VUGS, B.; CUPERUS, J.; HENDRIKS, M.; VERHOEVEN, L. Visuospatial working memory in specific language impairment: A meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, v. 34, Junho de 2013, p.2596–97.

VUGS, B.; KNOORS, H.; CUPERUS, J.; HENDRIKS, M.; VERHOEVEN, L. Interactions between working memory and language in young children with specific language impairment (SLI). *Child Neuropsychology*, v. 22, n.8, Julho de 2016, p. 955-78.

VUL, E.; HARRIS, C.; WINKIELMAN, P.; PASHLER, H. Puzzlingly High Correlations in fMRI Studies of Emotion, Personality, and Social Cognition. *Perspectives on Psychological Science*; v. 4, n. 3, p. 274-90, Maio de 2009.

VUILLEUMIER P, POURTOIS G (2007) Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*. 45 (1):174-94.

WADA, J.A.; CLARKE, R.; HAMM. A. Cerebral hemispheric asymmetry in humans. Cortical speech zones in 100 adults and 100 infant brains. *Archives of Neurology*, v. 32, n.4, Abril de 1975 p. 239-46.

WAGENBRETH, C.; KUEHNE, M.; HEINZE, H-J.; ZAEHLE, T. Deep Brain Stimulation of the Subthalamic Nucleus Influences Facial Emotion Recognition in Patients with Parkinson's Disease: A Review. *Frontiers in Psychology*, v. 10, n. 2638, p. 1-14, Dezembro de 2019.

WAGER, T.D.; JONIDES, J.; READING, S. Neuroimaging studies of shifting attention: a meta-analysis. *Neuroimage*, v. 22, n. 4, p. 1679-93, Agosto de 2004.

WARD, G. G. (2001). A critique of the working memory model. In: J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective*, New York: Psychology Press, p. 219–239, 2001.

WATKINS, K.E.; GADIAN, D.G.; VARGHA-KHADEM, F. Functional and structural brain abnormalities associated with a genetic disorder of speech and language. *American Journal of Human Genetics*, v. 65, n. 5, p. 1215–21, Novembro de 1999.

WATKINS, K.E.; DRONKERS, N.F.; VARGHA-KHADEM, F. Behavioural analysis of an inherited speech and language disorder: comparison with acquired aphasia. *Brain*, v. 125, n. 3, p. 452-64, Março de 2002.

WEBB, T., GRAZIANO, M. (2015). The Attention Schema Theory: a mechanistic account of subjective awareness. Front. Psychol. 6: 500. 1-11.

WEILLER, C.; BORMANN, T.; SAUR, D.; MUSSO, M.; RIJNTJES, M. How the ventral pathway got lost: and what its recovery might mean. *Brain and Language*, v. 118, n. 1-2, p. 29-39, Julho de 2011.

WEISKRANTZ, L. Blindsight revisited. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 6, 215-20, 1996.

WEISKRANTZ, L. Consciousness and Commentaries. *International Journal of Psychology*, v. 33, n. 3, Junho de 1998, p. 185-248.

WELLMAN, H. M. Theory of mind: the state of the art. *European Journal of Development Psychology*, v. 15, n.6, Fevereiro de 2018, p. 728-55.

WEST, C.; HESKETH, A.; VAIL, A.; BOWEN, A. Interventions for apraxia of speech following stroke. *Cochrane Database Systemic Review*, v. 4, n. CD004298, p. 1-13, Outubro de 2005.

WESTBY, C. E. Social neuroscience and theory of mind. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, v. 66, n. 1-2, Novembro de 2014, p. 7–17.

WICKENS, T. Forced Choice Procedures. In WICKENS, T. *Elementary signal detection theory*. New York: Oxford University Press, 2002, p. 93-112.

WIG, G. S. Segregated systems of human brain networks. *Trends in Cognitive Science*, v. 21, n.12, Dezembro de 2017, p. 981–96.

WILSON B.; BADDELEY A. Semantic, episodic, and autobiographical memory in a postmeningitic amnesic patient. *Brain and Cognition*, v. 8, n.1, Agosto de 1988, p. 31-46.

WINKLER, I.; HORVÁTH, J.; WEISZ, J.; TREJO, L. J. Deviance detection in congruent audiovisual speech: Evidence for implicit integrated audiovisual memory representations. *Biological Psychology*, v. 82, n. 3, p. 281–292, 2009.

WHITE, S. A.; FISHER, S. E.; GESCHWIND, D. H.; SCHARFF, C.; HOLY, T. E. Singing Mice, Songbirds, and More: Models for FOXP2 Function and Dysfunction in Human Speech and Language. *Journal of Neuroscience*, v. 26, n. 41, p. 10376-9, Outubro de 2006.

WHITEN A.; ERDALL, D. The human socio-cognitive niche and its evolutionary origins. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, v. 367, n. 1599, Agosto de 2012.

WOODMAN, G. F., CARLISLE, N. B., & REINHART, R. M. G. Where do we store the memory representations that guide attention? *Journal of Vision*, v. 13, n.1, Fevereiro de 2013, p. 1-17.

WU, J. J.; YANG, J.; CHEN, M.; LI, S. H.; ZHANG, Z. Q.; KANG, C. Y.; DING, G.; GUO, T. Brain network reconfiguration for language and domain-general cognitive control in bilinguals. *Neuroimage*, v. 199, n. 454, Outubro de 2019, p. 454-65.

WU, S.; AMARI, S.; NAKAHARA, H. Population coding and decoding in a neural field: a computational study. *Neural Computation*, v. 14, n.5, p.999-1026, Maio de 2002.

WU, X.; CHEN, X.; LI, Z.; HAN, S.; ZHANG, D. Binding of verbal and spatial information in human working memory involves large-scale neural synchronization at theta frequency. *Neuroimage*, v. 35, n. 4, Maio de 2007, p. 1654-62.

WU, W.; WANG, H.; LIU, T.; MA, S. Phrase-level Self-Attention Networks for Universal Sentence Encoding. In: *Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Bruxelas: Association for Computational Linguistics, p. 3729–3738, 2018.

WU, W. The Neuroscience of Consciousness. Stanford Enciclopedia of Philosophy, 2018. https://plato.stanford.edu/entries/consciousness-neuroscience/#SpecCons Acesso em 8 de Agosto de 2022.

XIANG, HUA-DONG.; FONTEIJN, H.M.; NORRIS, D.G.; HAGOORT, P. Topographical functional connectivity pattern in the perisylvian language networks. *Cerebral Cortex*, v. 20, n. 3, p. 549–560, Junho de 2010.

XU, Y., HE, Y.; BI, Y. A tri-network model of human semantic processing. *Frontiers in Psychology*, v. 8, n. 1538, Março de 2017, p. 1-12.

ZHANG, J.; WEBB, D.M.; PODLAHA, O. Accelerated protein evolution and origins of human-specific features: Foxp2 as an example. *Genetics*, v. 162, n. 4, p. 1825-35, Dezembro de 2002.

YI, D.J.; CHUN, M.M. Attentional modulation of learning-related repetition attenuation effects in human parahippocampal cortex. *Journal of Neuroscience*, Abril de 2005, v. 25, 2005, p. 3593-600.

YI, H.G.; LEONARD, M.K.; CHANG, E.F. The Encoding of Speech Sounds in the Superior Temporal Gyrus. *Neuron*, v. 102, n. 6, p. 1096-110, Junho de 2019.

YIN, S.; BI, T.; CHEN, A.; EGNER, T. Ventromedial Prefrontal Cortex Drives the Prioritization of Self-Associated Stimuli in Working Memory. *Journal of Neuroscience*, v.41, n. 9, Março de 2021, p. 2012-23.

YULE, G. *The Study of the Language* (4ed). Cambridge, MA: Cambridge University Press, p. 156-85, 2010.

YOUNG, J. Z. The organization of a cephalopod ganglion. *Philosophical Translational Real Society of London B (Biology Science)*, v. 263, p. 409–429, 1972.

YOUNG J. Z. Brain, behaviour and evolution of cephalopods. *Symposia of the Zoological Real Society of London*, v. 38, p. 377–434, 1977.

YOUNG J. Z. Computation in the learning system of cephalopods. *Biological Bulletin*, v. 180, p. 200–208, 1991.

YOUNG, J.Z. Multiple matrices in the memory system of Octopus. In: Johan N. Abbot, Roddy Williamson, Linda Maddock (eds.) *Cephalopod Neurobiology*, 1st Ed., Oxford: Oxford University Press, 1995, p. 431– 43.

ZACCARELLA, E.; FRIEDERICI, AD. Merge in the Human Brain: A Sub-Region Based Functional Investigation in the Left Pars Opercularis. *Frontiers in Psychology*, v. 6, n. 1818, Novembro de 2015.

ZAHAVI, D. Naturalized Phenomenology. In: S. Gallagher and D. Schmicking (eds.), *Handbook of Phenomenology and Cognitive*, Londres: Springer, 2009, p. 1-12.

ZAHAVI, D. Empathy, embodiment and Interpersonal Understanding. *Inquiry*, v. 53, n. 3, p. 285–306, Maio de 2010.

ZAHAVI, D. Naturalized Phenomenology: A Desideratum or a Category Mistake? *Royal Institute of Philosophy Supplement*, v. 72, n. n/c., p. 23-42, Abril de 2013.

ZAHAVI, D. Phenomenology, empathy, and mindreading. In: Maibom, H. (ed.) *The Routledge Handbook of Philosophy of Empathy*. London: Routledge handooks. 2017, p. 33-45.

ZEMAN, A.; DEWAR, M.; DELLA SALA, S. Lives without imagery - Congenital aphantasia". *Cortex*, v. 73, n. n/c, p. 378-80, Dezembro de 2015.

ZEMAN, A.; MILTON, F.; DELLA SALA, S.; DEWAR, M.; FRAYLING, T.; GADDUM, J.; HATTERSLEY, A.; HEUERMAN-WILLIAMSON, B.; JONES, K.; MACKISACK, M.; WINLOVE, C. Phantasia-The psychological significance of lifelong visual imagery vividness extremes. Cortex, v. 130, n. n/c., p. 426-40, Setembro de 2020.

ZHAO, T. C.; KHUL, P. Development of infants' neural speech processing and its relation to later language skills: A MEG study. *Neuroimage*, v. 256, n. 119242, 2022, p. 1-12.

ZUBERBUHLER, K.; CHENEY, D.; SEYFARTH, M. Conceptual semantics in a nonhuman primate. *Journal of Comparative Psychology*, v. 113, n. 1, Março de 1999, p. 33-42.

ZUK, M.; KOLLURU, G.R. Exploitation of sexual signals by predators and parasitoids. *The quarterly review of biology*, v.73, n.4, Dezembro de 1998, p. 415–38.

ZUK, M.; SIMMONS, L.W. *Sexual Selection: Very Short Introductions*. (1st Ed.) Oxford: Oxford University Press, p. 62-79, 2018.