

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Filosofia

Rodrigo Travitzki Teixeira de Oliveira

A neurodinâmica pode explicar a consciência?

Uma análise da proposta de Walter Freeman



São Carlos, 2006

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Filosofia

Área de concentração
Epistemologia e Filosofia da Mente

Dissertação de Mestrado

A neurodinâmica pode explicar a consciência?
Uma análise da proposta de Walter Freeman

Rodrigo Travitzki Teixeira de Oliveira

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Filosofia.

Orientador: Dr. João de Fernandes Teixeira.

São Carlos, 2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

O48np

Oliveira, Rodrigo Travitzki Teixeira de.

A neurodinâmica pode explicar a consciência? Uma análise da proposta de Walter Freeman / Rodrigo Travitzki Teixeira de Oliveira. -- São Carlos : UFSCar, 2007.
243 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Filosofia da mente. 2. Neurociência. 3. Cérebro. 4. Auto-organização. 5. Sistemas dinâmicos. 6. Epistemologia.
I. Título.

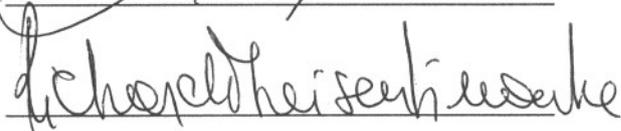
CDD: 128.2 (20ª)

**COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO**

Dr. João de Fernandes Teixeira



Dr. Richard Theisen Simanke



Dr. Alfredo Pereira Júnior



Dedicado aos amigos e irmãos

Ao Adão, Maurício
e os que já foram

À Vivi
e os que ainda virão

Agradecimentos

Obrigado Donana, Menão e Maroca, Renata, Dedé, Mercedes, Carla e toda a família.

A todos os amigos, ao Allan, Alex, Beto, Pedro, Pim, Rafael e Victor, pelas longas conversas a respeito da natureza humana e da ciência.

À Joana pelo amor, pela voz e pelo gosto por Nietzsche.

Ao Marlito, que me iniciou em Espinosa.

Ao Bento Prado Jr., que me deixou curioso por Bergson.

Aos professores que leram este trabalho e deram valiosas contribuições, Alfredo, João e Richard.

Agradeço ao Neovaldo pela assistência informática, à Vilma e à Corina pela comida, à Suely e todo o pessoal que dá vida à UFSCar.

E enfim, obrigado a todos os professores que tive, através dos quais vislumbrei algo de diferente, “vi o invisível”, e aos alunos que habitam meus dias, com os quais aprendo e construo muitas coisas.

“a essência dum paixão não pode ser explicada só pela nossa essência”

Espinosa, Ética IV, demonstração da proposição V

*“você se move
como se uma legião invisível
te aprovasse”*

Alzira Espíndola e Alice Ruiz, Invisível

*“Se na cabeça do homem tem um porão
Onde moram o instinto e a repressão
diz aí o que é que tem no sótão?”*

Lenine, Olho de peixe

*“você reclama que eu estou tão diferente
você não sabe o que diz, é evidente
como é que pode, de repente, alguém ficar tão diferente
diferente de quê, como é que dá pra saber?
só eu que sei, eu que vivo
o tempo todo comigo
o tempo todo, não digo
mas o bastante pra me reconhecer”*

Luiz Tatit, Eu sou eu

*“tava eu com a cabeça cheia de minhocas
foi quando Chiquinho apareceu e disse
pega essas minhocas e vamos pescar”*

escrito na parede do projeto recriança (Iranduba, AM)

Resumo:

Este trabalho é uma análise crítica do modelo neurodinâmico de Walter Freeman em seus diversos aspectos, em especial a concepção da consciência enquanto um “parâmetro de ordem” que restringe a dinâmica cerebral. Segundo nossa pesquisa, esta concepção de consciência fundamenta-se não só em dados empíricos, mas em pressupostos como: 1) a valorização da metáfora matemática para explicar a natureza e o homem; 2) a consciência enquanto ação “racional” integradora, que limita e seleciona as flutuações locais. Foram encontradas algumas lacunas no modelo, como o próprio autor admite, e outras interpretações para alguns resultados empíricos. Assim, o significado dos padrões neurodinâmicos encontrados pelo autor permanece em aberto. O emergentismo de Freeman define-se pela negação do dualismo e do reducionismo, fundamentando-se na causalidade circular entre o todo e as partes. Causa motora (e material, entendemos) da base para o topo, e causas formal e final do topo para a base. Consideramos tratar-se de uma solução “pragmática” para o chamado problema mente-cérebro, a fim de possibilitar uma maior “aceitação científica” dos efeitos da mente sobre o corpo, contribuindo para uma mudança de paradigmas na neurociência. Para Eliasmith, o principal papel da dinâmica não-linear seria a descrição, discussão e análise de sistemas cognitivos complexos, como o cérebro. A interpretação das informações e padrões dinâmicos encontrados, contudo, não é evidente nem consensual. Este trabalho corrobora tais conclusões no caso particular do modelo de Walter Freeman, destacando, ainda, um papel “não científico” para seu trabalho, no sentido de valorizar os efeitos sistêmicos da consciência sobre o corpo.

Abstract

This work is a critical analysis of Walter Freeman’s neurodynamic model in several aspects, especially the consciousness as an “order parameter” that constraints brain dynamics. According to our research, this proposal is not only based in empirical data, but also in ideas as: 1) mathematical metaphor valorization to explain the nature and man; 2) the consciousness as an integrative “rational” action that limits and selects local fluctuations. We found some gaps in the model, as the author himself admits, and also other interpretations for some empirical results. Therefore, the meaning of neurodynamic patterns found by Freeman remains open. His emergentism is defined by dualism and reductionism denial, and is based in circular causality between whole and parts. Motor cause (and material, we suppose) from the base to the top, and formal and final cause from top to base. It seems to be a “pragmatic” solution for the mind-brain problem, in order to make possible a wider “scientific acceptance” of mind effects on the body, contributing to a paradigm change in neuroscience. For Eliasmith, the role of non-linear dynamics would be description, discussion and analysis of complex cognitive systems, as brain. The interpretation of information and dynamic patterns found, however, is not evident nor consensual. This work corroborates such conclusions in particular case of Walter Freeman's model, still highlighting a “non scientific” role for his work, in the sense of valuing the systemic effects of consciousness on the body.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	13
A PROPOSTA DE WALTER FREEMAN.....	24
Como a dinâmica cerebral poderia explicar a consciência?.....	24
<i>O problema da auto-determinação humana.....</i>	25
<i>O dinamicismo como modelo alternativo.....</i>	30
As bases filosóficas da proposta.....	33
<i>A causalidade circular.....</i>	34
<i>O significado privado.....</i>	40
<i>A Intencionalidade.....</i>	45
<i>Síntese.....</i>	54
OS DADOS EXPERIMENTAIS DE FREEMAN.....	61
O problema inicial.....	61
<i>Em busca dos mecanismos neurais da invariância perceptiva.....</i>	65
<i>Em busca de padrões caóticos nas ondas cerebrais.....</i>	67
Os padrões espaciais de modulação em amplitude (MA).....	74
<i>Correlações e variâncias.....</i>	78
<i>Sujeito ou corpo?.....</i>	82
Como o cérebro geraria estes padrões caóticos?.....	83
<i>Formação da onda portadora, integração e “aprendizado”.....</i>	84
<i>um modelo “mesoscópico” para as ondas cerebrais.....</i>	86
<i>Ciclo atrator gerado por condicionamento.....</i>	91
modulação em fase e “pacotes de onda”.....	95
UM MODELO: A DINÂMICA DA INTENCIONALIDADE.....	104
Os elementos básicos do modelo.....	105
Os padrões MA seriam “transmitidos” ou “representados”?.....	108
<i>As vias divergente-convergentes.....</i>	109
<i>Hipóteses recentemente adicionadas ao modelo.....</i>	114
O ciclo intencional de Freeman.....	122
<i>As descargas corolárias dependem de representações?.....</i>	122
<i>Ação e percepção podem ser simultâneas?.....</i>	125
<i>Descargas corolárias, sistema límbico e consciência.....</i>	127
<i>A convergência multi-sensorial no sistema límbico.....</i>	129
<i>Síntese e reflexões.....</i>	131
A arquitetura dinâmica do sistema límbico.....	136

A CONSCIÊNCIA NA NEURODINÂMICA.....	143
A consciência enquanto operador dinâmico.....	144
Sinérgica e parâmetros de ordem.....	146
<i>A causalidade circular pode levar a um dualismo de propriedades?</i>	153
Consciência e auto-organização.....	166
<i>A matéria age “cegamente”?</i>	172
<i>O conceito de auto-organização</i>	176
<i>Auto-organização, previsão e entendimento</i>	180
Por que adotar esta concepção dinamicista?.....	184
QUAL É O LUGAR DA CONSCIÊNCIA NA NEUROCIÊNCIA?.....	193
O problema da consciência.....	193
O emergentismo e as “camadas” da realidade.....	201
Uma “Torre de Babel”?.....	215
Alguns lugares para a consciência.....	224
CONCLUSÃO.....	230
REFERÊNCIAS.....	237

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: As relações entre cérebro, significado e representação, segundo Freeman.....	44
Ilustração 2: Representação do sistema olfatório de mamíferos.....	69
Ilustração 3: Padrões espaciais de modulação em amplitude (padrões MA).....	74
Ilustração 4: Os padrões MA inicialmente correlacionados ao odor de serragem mudam se os coelhos forem condicionados a outros odores	79
Ilustração 5: Alguns tipos de feedback entre neurônios.....	87
Ilustração 6: Efeito dos diferentes tipos de feedback para as ondas cerebrais.....	87
Ilustração 7: A dinâmica do ciclo atrator pode explicar a formação mesoscópica de oscilações no cérebro, a partir do feedback negativo entre neurônios inibitórios e excitatórios.....	88
Ilustração 8: EEGs de coelhos durante a inalação de estímulo condicionado.....	90
Ilustração 9: Transição de fase para ciclo atrator possibilitada por condicionamento.....	92
Ilustração 10: O conceito de modulação: em amplitude e em fase.....	97
Ilustração 11: Os “cones de fase” que delimitariam o “pacote de onda”.....	97
Ilustração 12: Vias de transmissão (axônios) no sistema olfativo de mamíferos.....	110
Ilustração 13: Um modelo de divergência e convergência que parece resultar em perda de “informações espaciais”	111
Ilustração 14: Via neural ascendente provavelmente relacionada às descargas corolárias de macacos durante saltos sucessivos.	124
Ilustração 15: O processo perceptivo na “visão pragmática” do cérebro.....	126
Ilustração 16: Modelo de arquitetura dinâmica do sistema límbico.....	136
Ilustração 17: Principais vias da dinâmica intencional, a partir das quais seria formada a consciência.....	138
Ilustração 18: Representação de relações entre conceitos da sinérgica (de Haken) e as “etapas” da auto-organização (de Debrun).....	148
Ilustração 19: Representação das causalidades circulares descritas por Freeman.....	171
Ilustração 20: Padrões macroscópicos observados na convecção de Rayleigh-Bénard. A auto-organização na matéria não-viva.....	173

Introdução

Descrever a experiência consciente não é uma tarefa qualquer, embora seja tão cotidiana quanto dormir e comer. Falamos coerentemente sobre o que percebemos, sentimos, lembramos, imaginamos e julgamos, como se não houvesse mistério algum oculto sob atos tão simples.

Esta prática, no entanto, pressupõe algo que parece não ser tão trivial assim.

Todo o conhecimento é fundado em um sujeito que experiencia o mundo de uma maneira singular, mas a ação humana nos mostra que o conhecimento objetivo é possível em alguma medida.

Ou seja, nós somos (ao menos nos consideramos) muito diferentes uns dos outros. Quando tal diferença se refere ao próprio entendimento da realidade, então os modos de percepção e ação poderão ser diferentes, dificultando a ação coletiva. Não obstante esta “solidão cognitiva”, nos entendemos razoavelmente bem a respeito de muitas coisas. Dito de outra forma: embora nossa experiência seja única e “intransferível” em toda a sua riqueza, podemos fazer com que outras pessoas compreendam, em alguma medida, aquilo que se passa no nosso interior, em nossos pensamentos. Isto pode ser feito de forma mais “natural”, como nas expressões faciais e corporais, e também pode apresentar formas consideradas de aspecto “cultural”, como é o caso da linguagem verbal. De maneira semelhante, em relação ao mundo exterior, também podemos “trocar experiências”, em alguma medida, o que é evidenciado pelos resultados da tecnologia criada a partir dos modelos científicos.

Este antigo e misterioso “paradoxo resolvido”¹ é o ponto de partida deste trabalho. Sendo assim, parece haver ao menos um elemento problemático. O que significa

1 Este paradoxo apresenta várias formas: como é possível existir um sujeito que pensa e escolhe num mundo regido pela causalidade? Como é possível ao sujeito conhecer? Como é possível acessarmos a objetividade partindo de tantos “caminhos internos” diferentes? Ou ainda de forma mais indireta: como é possível haver uma relação entre a mente e o cérebro? Seja como for, todas estas incompatibilidades parecem fazer parte, muitas vezes, daqueles casos em que “um problema sem solução resolvido está”.

“falar coerentemente sobre”? O que quer dizer “compreender em alguma medida”? Ou ainda a expressão, também utilizada acima, “trocar experiências em alguma medida”? Em todas estas proposições há um elemento duvidoso, uma espécie de meio termo entre opostos absolutos. Um meio termo que não se consegue identificar ao certo, ao menos de forma genérica, e que portanto permanece na proposição com seu aspecto misterioso.

O que nos garante que estamos “falando coerentemente” ou “compreendendo em alguma medida?”. Este é um problema inerente à atividade de conhecer, e sua solução parece depender das finalidades daquele que conhece. Assim, *o valor do conhecimento está ligado aos resultados que obtemos a partir dele*. A matemática e a ciência são legitimadas pela tecnologia, enquanto a linguagem verbal tem seu valor garantido, no mínimo, pela complexa organização social que se tornou possível a partir dela.

Até aqui, no plano das generalidades, não há grandes problemas. A subjetividade humana é complementada por linguagens que, embora apresentem elementos “misteriosos”, foram mantidas e refinadas ao longo dos anos e, aparentemente, cumprem suas finalidades. A linguagem verbal, mais ampla e flexível, pode ser escrita tanto no referencial subjetivo quanto no objetivo, embora sua estrutura apresente limites de objetividade - dado que uma mesma frase pode evocar diferentes significados. A linguagem matemático-científica,² neste sentido, pode ser considerada uma maneira de aprimorar essa objetividade, buscando um conhecimento integrado e claro sobre o mundo empírico. Um conhecimento fundamentado na medida, na observação “independente” do sujeito.

Temos, assim, uma certa delimitação de terrenos mas também alguma sobreposição. A ciência busca criar discursos objetivos para explicar (à sua maneira) e prever o mundo empírico. A linguagem verbal, por sua vez, não apresenta limites neste sentido, o

2 Embora a ciência se fundamente na linguagem verbal, como a maioria das atividades coletivas, ela também transforma tal linguagem, utilizando-a à sua própria maneira. Esta transformação se dá na direção da objetividade, estabelecendo classificações e descrições precisas dos elementos empíricos não-mensuráveis e dos conceitos que permitem articulá-los de forma coerente.

que pode se tornar um problema se, por exemplo, nos aventurarmos a utilizar palavras para explicar idéias originalmente matemáticas.

Tomemos, por exemplo, a afirmação “*existem outras dimensões que nós não percebemos*”. Uma pessoa que diz isso está, normalmente, referindo-se a um certo dualismo, indicando que a matéria não é tudo e que “o espírito está por aí”, livre, parcialmente independente e atuante. Se tal pessoa, no entanto, for um físico teórico durante uma aula sobre super-cordas, a frase terá outro significado, indicando que uma equação, para unificar adequadamente as equações da relatividade e da quântica, deverá possuir mais variáveis independentes (dimensões) do que as quatro normalmente relacionadas ao espaço-tempo.³

A afirmação apresenta, portanto, diferentes significados. No entanto, parece haver uma assimetria, pois é mais comum utilizarmos a interpretação “científica” como evidência de que a interpretação “leiga” está correta, do que o inverso.

Este tipo de tradução do matemático-científico para o verbal - em especial a chamada “linguagem leiga”, aquela que todos entendem - apresenta diversas formas hoje em dia. Tal variação pode depender de interesses, como qualquer atividade humana, de pressupostos filosóficos, erros metodológicos, imprecisão conceitual, ou quaisquer outras limitações inerentes às nossas formas de conhecer. Um exemplo interessante destes limites, relacionado à obtenção de padrões matemáticos, é dado por Bateson:

*“Antes da descoberta de buracos no ozônio estratosférico nos anos oitenta, a análise estatística dos dados de satélite jogou fora os 'outliers' (exceções) na suposição de que tais medidas eram incertas. Foi só quando cientistas que trabalhavam numa estação na Antártica obtiveram repetidamente baixos valores que o erro de processamento foi descoberto e os buracos de ozônio foram reconhecidos”.*⁴

É preciso, portanto, analisar tais “traduções” - ou seja, as interpretações dos

3 Sobre esta enigmática relação entre **matemática** e **significado**, no caso das dimensões imaginárias, escreve o físico Stephen Hawking: “*Poderia-se pensar que os números imaginários não passam de um jogo matemático, sem nenhuma relação com o mundo real. Do ponto de vista da filosofia positivista, porém, não é possível determinar o que é real. Tudo o que se pode fazer é descobrir quais modelos matemáticos descrevem o universo em que vivemos*”. HAWKING, S. 2001. *O universo numa casca de noz*. Mandarin, São Paulo. Pg. 58

4 BATESON, P. 2005. Desirable Scientific Conduct. *Science*, 307(5710), pg. 645

resultados matemáticos - com bastante cuidado antes de incorporá-las em um saber mais coletivo. E mesmo assim, isto pode não ser suficiente. Tomemos agora, as seguintes afirmações:

“O significado só parece ser um sistema aberto devido aos mecanismos de assimilação social”⁵

“(A consciência, em termos de neurodinâmica) é um parâmetro ordenador e um operador que aparece no ciclo de ação e percepção assim que uma ação está sendo concluída e que a fase de aprendizado da percepção começa”⁶.

Na primeira frase, um conceito proveniente da termodinâmica⁷ é utilizado para explicar que a singularidade da experiência consciente a isola do resto do universo, sendo o conhecimento objetivo possibilitado por mecanismos neurais evolutivamente criados e refinados. O “paradoxo resolvido” mencionado acima deixa, aparentemente, de ser paradoxo, em função de descobertas sobre o sistema neuro-endócrino.

Na segunda frase, a **matematização da consciência** se torna evidente. O que é um “operador”? É um conceito matemático que define uma maneira específica de se transformar algo. A soma, por exemplo, é uma operação elementar. O que significa dizer que a consciência é um operador? A princípio, nada de muito relevante. Uma metáfora, uma analogia, um “reducionismo,” coisas muito comuns na alta rotatividade da comunicação moderna.

No entanto, as duas frases acima são de autoria de Walter Freeman,⁸ um importante neurocientista na área da percepção, com diversas pesquisas e artigos em periódicos respeitados. Segundo o autor, tais idéias se fundamentam, em alguma medida, nos dados obtidos a partir da análise matemática de EEGs (Eletroencefalogramas) em mamíferos. Tais dados revelam a presença de interessantes *padrões complexos* nas populações neurais

5 FREEMAN, W. J., 2000. *How brains make up their minds*, Columbia University Press, New York. Pg. 138

6 FREEMAN, idem, pg. 135

7 Um sistema fechado é aquele que não absorve nem libera energia para o meio. O único sistema considerado fechado é o próprio universo pois, de acordo com a primeira lei da termodinâmica (algo semelhante a um postulado) a energia do universo é constante.

8 Não confundir com o físico Walter Jackson Freeman (1895-1972), que se tornou famoso na área da lobotomia.

que, segundo o autor, podem ser explicados pela auto-organização cerebral. É indicada ainda a possibilidade de que estes padrões poderiam existir, de alguma forma, em diversos níveis de organização do órgão, desde um pequeno grupo de neurônios até um hemisfério inteiro. A consciência poderia ser, assim, a **“experiência subjetiva” desta dinâmica neural auto-organizadora** que, traduzida para a linguagem matemática, seria uma espécie de “operador dinâmico”.

Esta articulação particular de idéias tem sido encontrada em diversos autores recentes, que se fundamentam em idéias provenientes do *pragmatismo*, *emergentismo*,¹⁰ e principalmente na linguagem utilizada para descrever os chamados *sistemas dinâmicos não-lineares*. Uma das características mais contrastantes desta proposta é a negação do papel das representações nas explicações sobre os fenômenos mentais e cerebrais. Como destaca John Symons:

*“De acordo com um número crescente de neurocientistas (Skarda e Freeman, 1987) psicólogos do desenvolvimento (Thelen e Smith, 1994) e filósofos (Brooks, 1991), a cognição incorporada não é uma maneira de manipular representações, ou de processar informação no cérebro. Ao invés disto, eles argumentam, a cognição é inextricavelmente ligada à ação.”*¹¹

Ou, como escreve Freeman: *“A moeda corrente do cérebro é primeiramente o significado e apenas secundariamente a informação”*.¹² Como podemos interpretar esta afirmação?

No livro *“How brains make up their minds”*, o autor apresenta diversas informações sobre o cérebro, filosofia, sistemas dinâmicos, psicologia e diversos outros domínios do conhecimento.¹³ Tais informações são articuladas de forma coerente, formando

9 FREEMAN, W. J., 1991. The physiology of perception. *Scientific American*. 264 (2): 78-85.

10 Em especial as idéias de que “o significado de algo é definido pelos seus efeitos” e de que “o todo pode apresentar propriedades emergentes inexistentes nas partes”. A idéia de auto-organização também se encontra nos fundamentos desta proposta “dinamicista”.

11 SYMONS, J. 2001. Explanation, Representation and the Dynamical Hypothesis. *Minds and Machines* 11(4): 521 - 541

12 FREEMAN, W. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part II: spatial patterns of phase in gamma EEGs from Primary sensory cortices reveal the dynamics of mesoscópico wave packets. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 9

13 Embora as publicações mais recentes do autor apresentem novas hipóteses e evidências, a estrutura geral do pensamento de Freeman não parece ter sido significativamente alterada desde a edição do livro.

linhas de raciocínio através das quais o leitor flui sem grandes problemas, caso tenha alguma familiaridade com as terminologias específicas. Uma leitura mais aprofundada e crítica, no entanto, pode revelar novos elementos, alguma inconsistência, ou talvez levar a diferentes interpretações para os mesmos fatos.

Nesta leitura, devemos levar em conta nosso pressuposto inicial. E *admitir que o conhecimento objetivo se funda na subjetividade nos leva a trilhar um caminho médio entre a dúvida e a certeza*. Uma das maneiras de criar este caminho pode ser estabelecendo, para cada hipótese, um grau de certeza relacionado às evidências que a suportam, e à consistência dos termos que a formam, e às outras hipóteses possíveis para as mesmas evidências.

Podemos encontrar discursos mais voltados à dúvida ou à certeza, e também discursos com maior ou menor grau de coerência. As proposições dos textos científicos apresentam, em sua micro-estrutura, indícios desta “dúvida original”¹⁴ que está na base da ciência; como indica o uso freqüente de termos como “parece que”, “sugerem que”, ou “se correlaciona a”. Expressões como estas são escritas por especialistas em cada área da ciência. No entanto, quando são interpretados por leigos, que inclusive podem vir a ser especialistas de outras áreas, os discursos muitas vezes tomam uma forma mais afirmativa. Aquilo que era uma possível hipótese pode se tornar instantaneamente uma nova descoberta universal. Isto pode ser um problema, pois perde-se informação sobre os diferentes “graus de certeza” de cada hipótese, tratando a questão da verdade científica como uma grandeza discreta, do tipo sim ou não. Este efeito pode ser, segundo podemos inferir, especialmente problemático nos estudos interdisciplinares, pois cada especialista é tende a ser leigo nos domínios de conhecimento mais distantes de seu próprio.

Também podemos encontrar discursos que não consideram relevante o aspecto paradoxal e misterioso do referido “paradoxo resolvido”. Ou seja: pode-se partir de certa solução que aparentemente “dissolve” o problema, como se ele na verdade não existisse. Uma

14 Que pode nos remeter tanto a Popper como a Descartes.

das conseqüências desta escolha pode ser, talvez, tratar aspectos objetivos e subjetivos como se não houvesse uma delimitação mínima de terrenos.¹⁵

Assim, um neurocientista pode, de maneira implícita, partir de diferentes concepções da relação entre cérebro e mente,¹⁶ e com isso buscar entusiasmadamente os “correlatos neurais da consciência”¹⁷ ou afirmar que “*representações existem só no mundo e não têm significado, e que significados existem apenas nos cérebros e não têm representações*”.¹⁸ Como podemos proceder nestes casos, dado que não existe uma regra clara que nos diga: “isto é terreno da neurociência, isto é da psicologia e isto é da filosofia”?

Para auxiliar nossa reflexão, vejamos mais um exemplo da relação entre dúvida e certeza na atividade científica. Antes de tudo, uma teoria sobre o empírico só pode ser considerada válida na medida em que podemos duvidar dela, testá-la de alguma maneira. A dúvida torna a ciência mais precisa e robusta. Por outro lado, um cientista, na busca pela objetividade, deve partir dos paradigmas de sua época para poder elaborar questões, experimentos ou tecnologia. E a melhor maneira de incorporar paradigmas talvez seja “acreditar realmente” neles, tomando-os de início como certos, buscando explicar as observações a partir deles. Esta certeza, entretanto, pode ser rompida a qualquer momento por observações que contradigam os paradigmas ou por interpretações mais abrangentes. Já existe aqui uma certa necessidade de co-existência de dúvida e certeza. Além disto, quando se trata de hipóteses mais particulares sobre o objeto propriamente dito, é comum não existirem paradigmas consensuais. Seja por existir mais de uma hipótese plausível apontando para

15 A idéia de escolhermos um “paradoxo resolvido” como pressuposto inicial está ligada justamente a esta busca por uma co-existência entre subjetividade e objetividade, sem que haja, no entanto, uma total fusão entre elas, uma simetria completa. Caso contrário, podemos chegar a conclusões como “tudo é matéria” ou “tudo é espírito” - retornando ao dilema entre realismo e idealismo - sem que isto nos ajude a lidar com as diferenças entre ambos.

16 Podemos citar ao menos três perspectivas a partir das quais isto é possível; a teoria da identidade, o paralelismo psicofísico e o funcionalismo.

17 A busca atualmente comum de “correlatos” dos processos mentais parece pressupor alguma relação causal e determinada entre cérebro e mente, mas a escolha do termo evidencia justamente um recuo (sábio) da ciência em relação a este problema, reduzindo-o à sua forma metodológica: seja qual for a natureza da relação entre cérebro e mente, podemos observar correlações entre seus eventos e processos. Esta postura crítica, no entanto, está ausente em muitos discursos “neuropsicológicos”.

18 FREEMAN, 2000, pg.16

diferentes rumos de ação, seja pelo aparecimento de outras áreas do conhecimento necessárias para a compreensão do objeto concreto.

Podemos identificar ainda outra forma de “co-existência saudável” de dúvida e certeza: um cientista pode utilizar muitas metodologias que foram descobertas empiricamente e não apresentam explicações teóricas precisas, sem que esta “mistura de certeza e dúvida” comprometa seus resultados. A dúvida permanece no porquê dos detalhes, como a concentração crítica de certos sais na cristalização de proteínas, mas a certeza reside no fato de que “funciona” - ou seja, em tais e tais concentrações, a proteína cristalizará, pois fizemos várias tentativas e erros. Isto é mais comum na ciência do que muitos imaginam. Podemos citar, por exemplo, o uso psiquiátrico do lítio:

“Lítio e certo anti-convulsivos ... são eficientes drogas “anti-maniacas” para tratar o transtorno bipolar, mas seus mecanismos de ação permanecem incertos”¹⁹

Sendo assim, embora a busca pela objetividade seja a busca pela certeza, os próprios fundamentos do conhecimento nos obrigam a admitir sempre algum grau de dúvida, de mistério. Isto não prejudica a atividade científica moderna, pois ela parte justamente desta limitação. No entanto, seja por questões mercadológicas, psicológicas ou de outra ordem, *o discurso científico, em geral, é essencialmente afirmativo e pouco interrogativo*. As afirmações, como já mencionado, costumam apresentar formas universais, muitas vezes devido à generalização com o objetivo de tornar os conceitos específicos mais acessíveis ao público leigo. Outras vezes, tal generalização pode ser fruto de equívocos de interpretação e metodologia, ou pode ainda servir a certo “arranjo epistemológico”, já escolhido de antemão segundo critérios pessoais.

É necessário, portanto, lidarmos simultaneamente com a dúvida e a certeza. Para isto, é preciso avaliar cada hipótese nos seus diferentes aspectos, identificar os

19 Traduzido de S. I. RAPOPORT, F. BOSETTI. 2002. Do lithium and anticonvulsants target the brain arachidonic acid cascade in bipolar disorder? *Archives of general psychiatry*.

pressupostos implícitos, utilizar os paradigmas atuais, analisar a consistência das relações estabelecidas e atribuir algum “grau de credibilidade”. Caso este grau seja mínimo, será preciso abandonar a hipótese ou elaborar estratégias para lidar com certos “graus” e “tipos” de dúvidas. Por outro lado, também não parece razoável ficarmos acomodados em tais “mistérios”, estabelecendo *a priori* a impossibilidade de certo conhecimento. Afinal, estamos partindo do princípio, em nosso ponto inicial, de que o conhecimento objetivo é possível em alguma medida. Uma medida que é difícil de ser estabelecida na forma genérica e de antemão.

Esta parece ser uma grande dificuldade metodológica: como podemos “delimitar terrenos sem sermos preconceituosos”? Ou seja, a atividade epistemológica visa relacionar os diferentes domínios do conhecimento, cada qual fundado em um “tipo de experiência” diferente. Esta busca pode interferir na percepção de cada um deles, realçando certos aspectos em detrimento de outros. Assim, *cada domínio do conhecimento é, podemos dizer, duplamente influenciado: de um lado pelo dados obtidos a partir de seu “tipo de experiência” e metodologias próprios, e de outro lado pela “tradução” (ou “traduções”) de conceitos originários de outros domínios.*

Imaginemos, por exemplo, um neurocientista que busque explicar a consciência a partir da análise matemática da atividade do cérebro. Ele utilizará conceitos provenientes de diversas áreas do conhecimento e formulará articulações entre eles. Alguns conceitos serão mais problemáticos, devido à polissemia. A palavra “consciência”, por exemplo, é encontrada abundantemente na filosofia e na psicologia, com os mais diversos significados e contextos. Em sua busca pela objetividade, tal pesquisador tenderá a reduzir esta multiplicidade do conceito, escolhendo uma ou outra entre as diferentes concepções de “consciência”. Simultaneamente, ele pode destacar algumas informações a respeito de seu objeto de estudo que estejam em conformidade com sua escolha. Isto acaba interferindo no tipo de questão e nos experimentos que o cientista desenvolve. O resultado é, aparentemente,

a descoberta de evidências empíricas que dissolvem, esclarecem ou reformulam certas questões filosóficas. Podemos citar, por exemplo, a questão liberdade humana fundamentada na crítica ao determinismo, ou seja, a possibilidade de escolha num mundo causalmente fechado em virtude do funcionamento caótico, e portanto imprevisível, do corpo ou do tecido neural. Este é um dos pontos importantes do dinamicismo de Walter Freeman, embora seu objeto principal não seja a consciência, e sim a atividade coletiva dos neurônios.

Como proceder diante de uma proposta como esta? Uma atitude “preconceituosa” poderia ser: “*a consciência não é problema da ciência*”, postulando a impossibilidade absoluta da objetividade de certo conhecimento. Igualmente preconceituoso seria aceitar as informações e relações estabelecidas apenas porque, no fundo, elas estão em conformidade com nossa “escolha filosófica” já feita de antemão. Continua, portanto, a questão: como delimitar terrenos sem ser preconceituoso? Ou dito de outra forma: como garantir alguma consistência ao conhecimento sem inibir a criatividade e o movimento do pensamento humano?

A neurociência é um terreno bastante fértil para a pesquisa científica, para a imaginação e para as reflexões acima. Seu objeto de estudo é espaço-temporalmente bem delimitado: o cérebro. No entanto, *além de apresentar uma misteriosa relação com a experiência subjetiva, o cérebro está intensamente ligado ao corpo e ao ambiente, o que obriga a neurociência a lidar com diversas áreas do conhecimento: não só as ciências exatas e biológicas, mas também áreas tão diferentes como a computação e a psicologia. Como se dá a relação entre estes domínios e a neurociência?*

O cérebro **cria** a mente?

A mente **se utiliza** do cérebro?

Quem sabe a consciência não seja uma **propriedade emergente** da atividade cerebral?

Será a atividade mental apenas o **processamento de informações** no cérebro?

Tais questões, embora possam parecer até óbvias, são de difícil abordagem, dada a *heterogeneidade não só de domínios do conhecimento, mas também de conceitos objetivos e subjetivos*. É necessária, assim, uma reflexão filosófica mais aprofundada a fim de delimitar melhor as “divisas entre os terrenos” e localizarmos melhor as “sobreposições” entre os discursos e as explicações. Ou ao menos trabalhar neste sentido.

Descrever a experiência consciente não é uma tarefa qualquer. Tanto pelas dificuldades que temos em fazê-lo adequadamente, quanto pela importância de tal prática para a atividade humana em geral. O uso da linguagem da dinâmica não-linear para o estudo do cérebro parece indicar a possibilidade de que o antigo problema filosófico da consciência seja elucidado pela ciência. Em que se fundamenta tal idéia? Em outras palavras: *a dinâmica dos processos neurais pode explicar os processos conscientes?*

Este trabalho se constitui numa análise filosófica e científica de um discurso neuropsicológico contemporâneo, auto-denominado “dinamicista”, “pragmático” e “emergentista”, presente no livro “*How brains make up their minds*” e em trabalhos mais recentes de Walter Freeman. O objetivo mais amplo deste trabalho é contribuir para o estudo filosófico das relações entre a neurociência e outros domínios do conhecimento. O autor, por sua vez, tem o objetivo, no referido livro, de esclarecer a questão da auto-determinação humana descrevendo os mecanismos biológicos que permitem o processo de escolha. Seu sucesso pode indicar o estabelecimento de relações significativas entre o mental e o cerebral.

A proposta de Walter Freeman

O autor não tem a consciência como objeto principal, nem considera relevante a questão “metafísica” da sua origem. Então por que analisá-lo? A principal razão é a aparente consistência entre seu modelo neurodinâmico e suas posições filosóficas, possivelmente responsável por um considerável número de citações a respeito de “sua” hipótese da consciência enquanto operador dinâmico, ou parâmetro de ordem. Assim, embora o objeto principal de Freeman seja, aparentemente, a percepção nos mamíferos, seus escritos produzem considerável repercussão na discussão sobre o lugar da dinâmica não-linear na neurociência e na filosofia. Para chegar ao nosso objeto principal, no entanto, precisaremos caminhar um bocado.

Como a dinâmica cerebral poderia explicar a consciência?

O autor escolhido, em sua proposta dinamicista, apresenta três características interessantes para o objetivo mencionado: 1) o desenvolvimento de pesquisas científicas sobre a neurodinâmica publicadas em artigos importantes e a publicação de livros citados na literatura especializada;²⁰ e 2) a formulação de relações específicas entre processos cerebrais (objetivos) e mentais (subjetivos), buscando esclarecer certos problemas da filosofia com base em dados da neurodinâmica. Dentre estes problemas, podemos destacar o da **co-existência entre a liberdade e a necessidade**, que acompanha os homens desde, pelo menos, os antigos gregos e hindus,²¹ tendo sido “reformulado” na modernidade por Descartes e diversos outros pensadores. E por fim, 3) a escassez de trabalhos analisando sua proposta, em especial na

20 O livro aqui analisado, publicado em 2000, é citado em 179 fontes da literatura especializada, entre livros e artigos em periódicos, segundo a ferramenta “scholar.google.com”. Destes, 57 são de autoria ou co-autoria do próprio Freeman, o que resultaria em cerca de 122 citações, em março de 2006.

21 Podemos citar o *clinamen*, de Epicuro, ou a *Samkhya*, uma das linhas filosóficas da tradição védica, onde *Purusha* é considerado o centro de consciência, e *Prakriti* a fonte de toda a existência material.

língua portuguesa.

Como os dados da neurodinâmica poderiam, segundo Walter Freeman, nos ajudar a compreender esta aparente “coexistência incompatível” entre a liberdade do espírito e a necessidade da matéria? Entre a subjetividade da experiência consciente e a objetividade da atividade científica?

Terá Walter Freeman atingido o objetivo a que se propõe?

*“...espero encorajar a crença de que as pessoas têm o poder de fazer escolhas”*²²

Nos próximos capítulos faremos uma síntese do livro *“how brains make up their minds”* seguindo a linha de raciocínio elaborada pelo autor, a fim de apresentar o discurso tal como ele foi feito. Algumas notas indicam caminhos pelos quais este discurso pode ser analisado. As citações retiradas do livro foram traduzidas para facilitar o acesso a estas informações.

O problema da auto-determinação humana

“Quem está realmente no comando: você ou seu cérebro? E se não for seu cérebro, quem ou o que é você para que possa ter este poder?”.

Iniciando seu livro com estas frases, Freeman aponta para o problema mencionado no título. Ou seja, se seu cérebro está no controle, não conseguimos explicar as escolhas livres do espírito. Se é você quem está no controle, precisamos explicar como o sujeito pode influenciar o mundo material, onde tudo deve ter uma causa igualmente material. Como diversos autores contemporâneos,²³ Freeman inicia seu discurso remetendo-se ao **dualismo cartesiano** como uma abordagem inadequada para o problema da relação entre

22 FREEMAN, 2000, pg. 6

23 A crítica inicial ao dualismo cartesiano é um evento bastante comum nos livros que relacionam neurociência e filosofia. Muitos autores se remetem, para isso, ao livro *“the concept of mind”* de Gilbert Ryle, 1950.

corpo e espírito:²⁴

“O filósofo René Descartes concebeu o corpo, o que inclui o cérebro, como uma máquina pilotada pela alma”²⁵.

Poderíamos controlar nosso cérebro e nosso corpo, ainda segundo Descartes, se tivéssemos “*conhecimento e força*”. Para Freeman, a inadequação desta idéia ocorreria porque “*desenvolvimentos recentes nas ciências do cérebro*” levam à possibilidade de que “*nem você nem seu cérebro tenham realmente algum controle*”.²⁶

O termo “*controle*” é, assim, tomado inicialmente de forma absoluta, para ser logo em seguida rejeitado, em virtude do aspecto imprevisível da ação humana. Ou seja: nem a liberdade nem a necessidade podem ser absolutas.

Assim, para que o espírito possa agir sobre a matéria – como na escolha de uma ação a ser tomada – é necessário, em primeiro lugar, demonstrar a falsidade do determinismo universal. Ou seja: se existe no universo uma única escolha realmente livre, deve existir ao menos um fenômeno realmente imprevisível. Freeman destaca algumas áreas do conhecimento e filósofos que apresentariam este caráter determinista:

“Neurogeneticistas clamam que seus genes determinam não apenas a forma e cor do seu corpo, mas também seu nível de inteligência ... Neurofarmacologistas vêem o cérebro como máquinas químicas ... Mesmo esta mínima dignidade é deixada de lado pelos sociobiólogos...”²⁷

“Espinosa clamou que a única diferença entre um homem e uma pedra descendo rio abaixo era que o homem tem a ilusão de que escolheu fazê-lo”²⁸

“Esta doutrina (das quatro causas aristotélicas) funciona bem para máquinas e obras de arte, mas não faz sentido quando aplicada ao engenheiro ou ao

24 Nesta crítica a Descartes podemos incluir de Ryle a Espinosa – sendo este último um grande admirador das idéias de Descartes, que no entanto critica a idéia de que a alma possa realizar sutis movimentos na glândula pineal (no prefácio da quinta parte de *Ética*. ESPINOSA, B. 1973. Pg. 279).

25 Esta metáfora foi, no entanto, rejeitada pelo próprio Descartes, segundo Bento Prado em “*Descartes, esse cavaleiro...*”. *Texto divulgado no curso de Filosofia Contemporânea da UFSCar em 2004.

26 FREEMAN, 2000. pg. 1

27 As três primeiras citações são retiradas logo da primeira página. Em relação à sociobiologia, o “*enfraquecimento*” do sujeito frente à evolução da vida, simbolizado no livro “*O gene egoísta*” de Richard Dawkins, é alvo constante de críticas no debate sobre a relação entre biologia e psicologia.

28 FREEMAN, 2000, pg.5. Esta interpretação de Espinosa é bastante comum na filosofia contemporânea, embora pareça pouco consistente com o esforço do filósofo em investigar a *Ética*, do qual resultou sua concepção de liberdade. É possível que esta leitura seja, em parte, fruto da linguagem utilizada pelo filósofo, “*à maneira dos geômetras*”.

artista”²⁹

Podemos observar que as descrições feitas por Freeman são breves, simples e enfatizam o caráter determinista, assemelhando-se mais a caricaturas do que a formulações precisas e consensuais de cada linha filosófica. O determinismo é recusado pelo autor, pois:

*“...o fato é que nós fazemos escolhas...”*³⁰

*“Ao invés de postular uma lei da causalidade universal e então ter que negar a possibilidade de escolha, nós começamos com a premissa de que a liberdade de escolha existe, e então nós buscamos explicar a causalidade como uma propriedade dos cérebros”*³¹

O termo é logo em seguida definido por Freeman com base na linguagem dos sistemas dinâmicos:

“... escolhas são cadeias de pontos de bifurcação através dos quais nossa vida progride”.

Ou seja, quando há mais do que uma ação adequada, temos que escolher. É interessante notar que a escolha não seria um único ponto de bifurcação, mas uma cadeia deles: não um instante, mas um processo. A idéia de que a mente tem o papel de selecionar uma dentre várias ações possíveis (action selection)³² está presente em estudos de neurociência e de cibernética.³³ Segundo Freeman:

*“... a natureza da auto-determinação ... (leva à questão de) como e em que sentido os cérebros, com suas células, os neurônios, podem criar ações e pensamentos, que nós experienciamos como nossas mentes e nós mesmos, e como nossas experiências podem alterar ou influenciar nossos cérebros”*³⁴

Este é o ponto central que o livro busca explicar: **como o cérebro cria a mente e como a mente influencia o cérebro**. A partir daí, seria possível elucidar o problema da

29 Idem, pg. 4. Tal crítica, no entanto, refere-se mais à explicação, ou metáfora, utilizada do que à idéia aristotélica de causalidade. Nesta, a própria natureza é considerada o “artista” ou “engenheiro”, aproximando-se do ponto inicial colocado neste trabalho, onde a objetividade é dada, porém não é explicada.

30 Ibidem, pg. 2. Novamente Freeman parece traçar um raciocínio que parte de uma interpretação “absolutizante” de outros autores para logo em seguida relativizar a questão.

31 Ibidem. Pg. 5. Esta formulação da causalidade é bastante singular, e parece considerar o cérebro a fonte de todo o conhecimento.

32 A referência mais antiga encontrada a este respeito, embora numa busca breve, foi: MAES, P. 1989, The dynamics of action selection, *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-89)*

33 O processo em geral denominado de “action selection” nos estudos de inteligência artificial, sendo normalmente chamado de “decision making” em estudos sobre comportamento animal.

34 FREEMAN, 2000, pg. 3

“liberdade versus necessidade” e, com isto, tantas outras questões como, por exemplo, a da “base física da consciência”. A existência de tal base nos permitiria, em alguma medida, explicar a consciência utilizando conceitos relativos ao “mundo físico”, transpondo o abismo entre a subjetividade e a objetividade. Esta seria uma possível maneira de se resolver o dilema formulado por Descartes – relacionado ao nosso “paradoxo inicial”- como enfatiza Freeman no artigo “*Three centuries of category errors in studies of the neural basis of consciousness and intentionality.*”³⁵

A primeira questão que se coloca a esta forma de conceber a relação entre mente e cérebro é a do **fechamento causal da matéria**. Segundo este princípio, todo o fenômeno material tem causas materiais necessárias e suficientes³⁶. Como a mente poderia interferir nos processos, sem “violiar” as chamadas leis da física?

Segundo Freeman, muitos neurocientistas “*evitam estas questões*”, enquanto outros “*clamam que nossa experiência de auto-controle ao fazer escolhas é uma ilusão... um epifenômeno*”. Em ambos os casos a neurociência busca explicar seu objeto sozinha, evitando questões relativas a outras áreas do conhecimento. Afinal, se a experiência consciente é privada - os chamados “*qualia*” - seu estudo científico é inviável. Ficaríamos, assim, limitados a:

“descobrir as leis naturais pelas quais o estímulo é transformado e transportado do mundo pelos neurônios sensoriais para os cérebros e depois processados para gerar comportamentos previsíveis. Nesta visão, há lugar para chance (probabilidade), mas não para escolha”.³⁷

Neste cenário descrito pelo autor, muitos neurocientistas partiriam do mesmo princípio encontrado no behaviorismo radical de Skinner, onde o sujeito é uma espécie de caixa preta inacessível objetivamente, do qual só se pode medir manifestações indiretas, como

35 FREEMAN, 1997. Three centuries of category errors in studies of the neural basis of consciousness and intentionality. *Neural Networks* 10: 1175-1183

36 KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press. pg. 280

37 FREEMAN, 2000, pg.3

o comportamento ou os processos cerebrais³⁸. Tal princípio tem como objetivo a formulação de teorias científicas e, portanto, testáveis através de suas previsões. Freeman, em sua busca pelos mecanismos neurais da percepção, da escolha e do significado, parece estar disposto a abrir uma pequena fresta nessa caixa. Será possível acessarmos parte do conteúdo mental de um sujeito observando apenas sua dinâmica neural?

Outra maneira comum dos neurocientistas conceberem a relação entre cérebro e mente seria, segundo o autor, a chamada **teoria da identidade**, onde os dois seriam como a cabeça e o rabo e um coelho em um túnel. Diferentes visões que o homem tem da mesma coisa, como se fossem duas partes de um mesmo todo.

*“Uma pessoa não pode ver a cabeça e o rabo de um coelho ao mesmo tempo nesse túnel, mas duas pessoas podem, e podem concordar que ambos existem e que suas visões não são idênticas mas o animal é”*³⁹

No entanto, a teoria da identidade apresenta, para o autor, dois problemas:⁴⁰ não seria científica e não deixaria lugar para relações causais entre cérebro e mente.

“nós temos que aceitar a identidade como uma teoria não testável”

*“Mas então a causalidade não é relevante, pois a cabeça e o rabo não causam um ao outro ... causalidade não deve ser omitida da teoria do cérebro”*⁴¹

Note que a causalidade é considerada ora uma propriedade do cérebro, ora um elemento indispensável para se explicar o próprio cérebro, assim como todos os outros objetos sensíveis. Para fundamentar tais idéias, Freeman se utiliza das causas eficiente e formal de Aristóteles, além da concepção de Hume. Assim, podemos dizer, sua concepção de causalidade ganha em riqueza mas perde em precisão.

O autor considera mais adequada - para os estudos neurocientíficos - a chamada “causalidade circular” onde, segundo ele, o cérebro produz a mente e a mente, por sua vez, interfere no cérebro. Esta idéia será um importante objeto de nossa análise.

38 TEIXEIRA, J. F. 2000. *Mente, Cérebro e Cognição*, Vozes.

39 FREEMAN, 2000, pg. 4

40 Destacamos esta crítica pois, segundo nossa análise, o pensamento do autor muitas vezes se fundamenta, de maneira implícita, em uma espécie de identidade entre “sujeito” e “cérebro como um todo”.

41 FREEMAN, idem.

Poderíamos, neste momento, perguntar: mas então **para que falar da mente, se o cérebro produz aquilo que interfere nele mesmo?** Uma resposta seria: pois não podemos prever a mente a partir do cérebro, dadas as limitações dos métodos objetivos quando aplicados a objetos complexos. Desta resposta decorre, podemos acrescentar, uma valorização da linguagem mental para explicar o funcionamento do cérebro.

Em suma, Freeman começa seu discurso rejeitando algumas formas comuns de se conceber a relação entre mente e cérebro, liberdade e necessidade. Neste processo, pelo que pudemos observar, o autor descreve as idéias de maneira simples, fazendo uma espécie de caricatura determinista de diversas áreas do conhecimento. De maneira semelhante, o autor apresenta alguns conceitos de forma absoluta, segundo um ou outro pensador, para depois argumentar a favor da necessidade de uma conciliação entre opostos. Em sua interpretação, estas linhas de pensamento negam o papel da mente no estudo do cérebro ou não conseguem explicar esta relação. Sendo assim, as críticas de Freeman parecem fundamentar-se basicamente em 3 princípios: 1) a chamada perspectiva monista; 2) a relativização do determinismo, em virtude da complexidade na natureza e da imprevisibilidade da ação humana, das escolhas e da criação; e 3) a necessidade de se explicar as relações entre mente e cérebro utilizando a idéia de causalidade.

Assim, o princípio da causalidade universal é inicialmente abandonado, em virtude da escolha humana como evidência de certa liberdade na natureza. Logo em seguida, no entanto, este princípio é, de certa forma, retomado, incluindo agora a chamada “causalidade circular”.

O dinamicismo como modelo alternativo

A **neurodinâmica**⁴² é, assim, apresentada como uma proposta alternativa para

⁴² Sendo aqui considerada o estudo dos processos cerebrais com as ferramentas e conceitos da dinâmica não-linear

explicar a relação entre a experiência consciente e a atividade cerebral. Isto se reflete no objetivo a que o autor se propõe, o de explicar o processo de escolha com base nos processos cerebrais:

“Neste livro, eu espero inverter⁴³ a biologia de forma que um entendimento apropriado da dinâmica cerebral possa apoiar e explicar⁴⁴ a capacidade biológica⁴⁵ de escolher.”

Tal objetivo é decomposto em três condições:

a) Compreender *“os mecanismos cerebrais através dos quais os neurônios constroem as opções que nós escolhemos”*;

b) *“explicar⁴⁶ o que está acontecendo na organização de neurônios no nosso cérebro nos momentos de escolha”*;

c) *“explicar em termos neurais a natureza e o papel da consciência e como os estados de consciência são ligados na seqüência que nos dá o conteúdo da consciência”*.⁴⁷

Trata-se de uma proposta extremamente ousada e, segundo Freeman, cada vez mais próxima devido a avanços em duas áreas das ciências do cérebro: a **neuroimagem** e a **neurodinâmica não-linear**.

*“Um desses novos campos é a neuroimagem, pela qual os padrões de atividade de campos de neurônios podem ser observados e medidos durante o curso do comportamento normal”*⁴⁸

*“nunca antes da dinâmica não-linear nós fomos capazes de distinguir entre ruído e caos”*⁴⁹

43 Do original *“turn Biology around so that a proper understanding”*, idéia que indica uma visão de que a maioria dos estudos em biologia não são adequados a uma visão apropriada da escolha biológica.

44 Trata-se, portanto, de duas relações diferentes. A neurodinâmica **apóia** a escolha se for *possível* haver uma mentalidade nos processos neurais. Para **explicar** a escolha, precisaremos *compreender* a experiência consciente utilizando-nos de conceitos relativos à dinâmica cerebral.

45 É interessante o uso do termo “biológica” para caracterizar o tipo de escolha, que reflete uma busca pela delimitação de terrenos, não incluindo as questões subjetivas e “não-biológicas”.

46 Podemos notar uma sutil semelhança, nesta proposição, entre “explicar” e “descrever”. Tal característica aparece em outras passagens do autor.

47 FREEMAN, 2000, pg.5

48 O comportamento é normal no sentido de que não precisamos esperar lesões em áreas do cérebro para correlacionarmos com alterações no comportamento. É importante observarmos, no entanto, que trata-se de um comportamento “experimental”. Voltaremos a tratar do mapeamento cerebral com maior profundidade.

49 FREEMAN, 2000, pg. 6. Nesta afirmação, o autor refere-se à diferença entre **caos** – onde existem, de forma oculta e sutil, padrões complexos explicáveis em alguma medida – e **acaso**, que seria uma ausência completa

Assim, a análise matemática de sistemas caóticos, possibilitada pelo desenvolvimento da computação, pode ter um papel fundamental na compreensão do funcionamento cerebral e, a partir daí, do velho problema da relação entre espírito e matéria. Esta seria, portanto, uma contribuição da ciência para o estudo filosófico.

“Os novos achados da neurociência servem para fortalecer idéias relativas à auto-determinação e responsabilidade individual”⁵⁰

“As questões abordadas neste livro têm sido debatidas e respondidas provisoriamente por três mil anos de acordo com o registro histórico, e provavelmente por milênios antes do desenvolvimento da escrita. O que nos permite um recomeço⁵¹ agora é nossa habilidade em criar imagens cerebrais ... e em modelar nossas observações com as ferramentas da dinâmica não-linear”⁵²

Freeman aponta, por fim, que precisamos de novas bases conceituais para interpretar estes novos dados. Neste sentido, estaria buscando também uma contribuição da filosofia para a ciência:

“Esses novos dados estão sendo adquiridos sob preconceitos encarnados em velhos desenhos experimentais, e nós temos que reinterpretá-los na medida em que (os novos dados) trazem novos conceitos à luz”⁵³

Esta necessidade de buscar novas interpretações para as informações disponíveis é um dos fundamentos do conhecimento crítico, e costuma ser mais intensa nos casos em que não existe uma explicação clara ou completa do fenômeno. Tal parece ser o caso da neurociência.

É curioso notar, no entanto, que tal base filosófica mais adequada deve, ao que parece, surgir a partir destes novos dados. Com isso, temos a filosofia como uma espécie de “conseqüência” da ciência que, por sua vez, “interfere” de volta na atividade científica. Existiria na proposta de Freeman, segundo esta interpretação, certa simetria entre as relações **cérebro-mente** e **neurociência-filosofia**. Uma simetria que se identifica com o que o autor

de ordem ou, ao menos, de inteligibilidade. O acaso não se refere à desordem termodinâmica, a chamada entropia.

50 FREEMAN, idem.

51 Do original “*a fresh start now*”

52 FREEMAN, 2000, pg. 12

53 Idem

chama de “*causalidade circular*”. Uma crítica a tal raciocínio talvez possa ser fundamentada na idéia de que o uso dos “dados empíricos puros” depende de certos conceitos e concepções filosóficas, no sentido de que já apresenta algum grau de interpretação daquilo que é observado objetivamente. Antes de responder a esta crítica precisamos, no entanto, compreender mais a fundo a relação entre os dados e os modelos descritos pelo autor.

Em termos gerais, a proposta de Freeman é descrever e explicar os processos cerebrais que nos permitem realizar escolhas. Ele poderia optar simplesmente por dizer que estaria em busca de “correlatos cerebrais” da escolha, o que não levantaria grandes questões filosóficas no atual cenário da neurociência. No entanto, o autor busca, como veremos, nos mostrar que, ao compreender a dinâmica cerebral da escolha, poderemos talvez entender melhor a relação entre a consciência e o corpo, entre a mente e a matéria.

As bases filosóficas da proposta

Para que os dados sobre o cérebro – especialmente os da neuroimagem e da neurodinâmica – possam ser adequadamente interpretados, Freeman aponta que:

“...não há necessidade de justificar os conceitos de livre arbítrio ou determinismo universal, pois eles e suas antinomias insolúveis são agora vistos como conseqüências lógicas de crenças errôneas sobre a causalidade”⁵⁴

Isto permitiria uma abordagem mais adequada do “paradoxo resolvido” mencionado no início deste trabalho, aprofundando o entendimento da relação entre a subjetividade e a objetividade. Neste sentido, o autor escreve:

“...minha terceira premissa é de que a consciência pode ser compreendida apenas sob a luz de um entendimento suficiente da causalidade”⁵⁵

As outras duas premissas citadas neste trecho são: 1) “*o cérebro é um sistema dinâmico*”; e 2) “*a consciência⁵⁶ existe nos animais...*”.

54 FREEMAN, 2000, pg. 6

55 Idem, pg. 126

56 Do original “*awareness and consciousness*”. Ibidem, pg. 125

A causalidade circular

Em busca deste entendimento suficiente, autor distingue três principais formas de se conceber a **causalidade**:⁵⁷

a) O “porquê”: “... *criar, mover, ou modular, como por uma agência, o que corresponde à causa eficiente de Aristóteles*”. É o que Freeman chama de **causalidade linear**;

b) O “como”: “... *explicar, racionalizar, ou culpar, correspondendo à causa formal aristotélica. Como muitos físicos e psicólogos, me refiro a este significado como **causalidade circular***”,⁵⁸

c) Um modo particular de entendimento: “*Um traço humano que atribuímos aos objetos e eventos no mundo*”, remetendo-se ao “*nominalismo*” de David Hume e à “*intencionalidade*” de São Tomás de Aquino.

Freeman aponta a familiaridade da neurociência com a causalidade linear, através da qual criamos discursos coerentes relacionando, de maneira seqüencial, eventos que levam do input ao output. Sua primeira crítica a este procedimento nos remete a questões levantadas por pensadores do século XIX, como a “*espacialização do tempo*” descrita por Bergson.⁵⁹

“O tempo é supostamente contínuo através do estudo sobre a relação input-output, mas na prática ele é fraturado pelos investigadores pois eles param o relógio e recomeçam a cada novo teste”.

Entretanto, continua, “*os sujeitos experimentais mudam em alguma medida a*

57 Ibidem, pg. 126.

58 Podemos, também, interpretar a causa formal como a interferência do todo nas partes, enquanto a causa material seria o inverso, a influência das partes no todo.

59 “*Jamais a medida do tempo se relaciona à duração enquanto tal; contamos somente um certo número de extremidades de intervalos ... de paradas virtuais no tempo*” BERGSON, Henri, 1934. Primeira parte da Introdução de O pensamento e o Movimento. In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo. pg. 102

cada estímulo percebido".⁶⁰ Esta limitação tem conseqüências:

"Normalmente, uma cadeia causal não é invariante, e os pesquisadores devem explicar como a cadeia falhou. ... Os investigadores controlam estas condições da melhor maneira que podem, e então atribuem uma probabilidade estatística".

Haveria, assim, a utilização implícita de uma espécie de **causalidade estatística** para justificar a causalidade linear no caso de sistemas mais complexos como o cérebro:

" ... muitas condições devem ser satisfeitas para criar alguma relação estatística, e assim eles invocam múltiplas causas que alimentam⁶¹ sua cadeia causal primária"

A segunda crítica do autor à causalidade linear na neurociência fundamenta-se, em grande medida, na existência de diversos níveis de organização no cérebro – no caso, micro, “meso” e macro:

"A causalidade linear falha mais drasticamente nos estudos das relações entre neurônios microscópicos e as populações de neurônios mesoscópicas nas quais eles estão imersos ... esta interação hierárquica não pode ser reduzida a uma cadeia causal linear"

Tal idéia parte de investigações matemáticas e estudos sobre **sistemas complexos**,⁶² como o clima ou os seres vivos, e se constitui numa das bases da Teoria do Caos.

Sendo assim, como alternativa à causalidade linear (que identifica com a causa eficiente), dado que o cérebro é um sistema complexo, o autor considera necessária a chamada “causalidade circular” (que identifica com a causa formal). Não se trata de abandonar a “versão linear” do conceito, mais sim de “delimitar terrenos”, reduzindo sua importância na compreensão dos sistemas complexos.

Após interpretar a célebre frase de que *“uma borboleta na selva amazônica pode causar um furacão na Flórida”* como uma metáfora ainda baseada na causalidade linear,

60 FREEMAN, 2000, pg. 28

61 FREEMAN, 2000, pg 128. Do original “*feed into*”

62 Um furacão, por exemplo, é um sistema complexo, pois apresenta muitos elementos simples em intensa interação. Embora cada elemento possa ser descrito e previsto isoladamente, não é possível fazê-lo quando o elemento se encontra no contexto do furacão.

Freeman aponta a necessidade de mudarmos de perspectiva:

“Uma descrição melhor para a relação entre neurônios e populações de neurônios é proporcionada pela causalidade circular”⁶³

“Podemos também invocar a causalidade circular para explicar as interações num nível mais alto ... como entre o córtex entorhinal e o hipocampo, e, mais alto ainda, no ciclo inteiro de ação-percepção do arco intencional, mas com um grande toque humano”⁶⁴

Este “toque humano” na causalidade circular seria possibilitado pela representação simbólica.⁶⁵ Assim, segundo podemos interpretar, Freeman abre a possibilidade de que a consciência possa ser explicada com base na causalidade circular articulada à produção de símbolos ou representações. Existe, na literatura, algumas formas de se explicar a singularidade da consciência humana devido ao uso das palavras, sem a necessidade de recorrer ao termo “causalidade circular”.⁶⁶

É difícil compreender realmente o significado do que Freeman a causalidade circular. O autor considera que a maioria das pessoas se sente mais confortável explicando a causalidade circular a partir da causalidade linear.

“Para entender este ciclo, nós o quebramos nos seus membros que seguem adiante e que retroalimentam e usamos a causalidade linear para descrever a operação em cada membro”⁶⁷

Após formular suas críticas com precisão, Freeman pergunta “em que sentido a consciência pode causar mudanças na atividade neural que está moldando o comportamento intencional”. Como alternativas a esta questão, são indicadas três possibilidades:

a) “...podemos declarar, como Merleau-Ponty fez, que a causalidade não

63 FREEMAN, 2000, Pg. 129 É interessante notar, aqui, o uso do termo “descrição”, ao invés de “explicação”, como Freeman definiu três páginas atrás. Tal uso é, no entanto, coerente com sua associação entre o “como” e a causa formal aristotélica.

64 Idem. Nesta afirmação, curiosamente, o autor volta a utilizar o termo “explicar”, o que corrobora, novamente, a fusão que Freeman estabelece entre a explicação e a descrição, quando define a causalidade circular (na pg. 126)

65 Tal idéia das palavras como um “nível a mais” de uma “mesma operação básica” (operação encontrada também em outros animais) está presente em diversos autores. Podemos citar, recentemente, os quatro níveis da “torre de gerar e testar” descrita em DENNETT, D. C., 1997. *Tipos de mentes: rumo a uma compreensão da consciência*. Rio de Janeiro: Rocco.

66 Como o modelo elaborado por Freud, em que o aspecto corporal das palavras (movimentos do aparelho fonador e estímulos auditivos) permitia uma nova maneira de organização cerebral, via facilitação sináptica (Teoria de Hebb).

67 FREEMAN, 2000, pg. 129

entra nas relações entre consciência e atividade neural... ”;

b) *“...ou como David Hume... (declarar que) aquela causa é meramente o sentido que vem da observação de constantes conjunções”;*⁶⁸

c) *“...ou podemos dividir o significado da palavra ... entre causa como razão ou explicação e causa como um agente”.*

A causa enquanto agente, como já vimos, corresponderia à causa motora, linear, enquanto a explicação se daria pela causa formal, sem agente. Ou seja, de acordo com Freeman, pela causalidade circular – ao menos no caso do cérebro. Por fim, o autor aponta o caminho pelo qual poderemos compreender a causalidade:

*“Minha proposta alternativa é de que a causalidade tem sua origem nos mecanismos neurais da intencionalidade, através dos quais todo o conhecimento vem, ao invés de existir no mundo fora de nós”*⁶⁹

Assim, o autor busca explicar um importante princípio do conhecimento humano, a causalidade – aquilo nos ajuda a ir da subjetividade à objetividade – a partir dos mecanismos biológicos presentes no cérebro. Esta nova proposta é possível, ainda segundo Freeman, em virtude dos instrumentos fornecidos pela teoria dos sistemas dinâmicos:

*“A neurodinâmica oferece justamente uma nova e ampla estrutura conceitual, na qual as inter-relações das partes criando o todo podem ser descritas”*⁷⁰ *sem a necessidade de agentes causais”*⁷¹

Se tais descrições permitirem a explicação do “fenômeno” da causalidade, muitas questões filosóficas poderão ser revistas. Ficamos, assim, dependendo dos dados empíricos que serão analisados mais a frente.

Para definir a causalidade circular, o autor utiliza novamente o recurso da negação, buscando contrastar esta idéia com algumas teorias que necessitariam de “agentes

68 Curiosamente, poderíamos aparentemente substituir o termo “vem” por “emerge”, embora este não deva ter sido o termo utilizado por Hume. Se for este o caso, talvez possamos considerar a idéia da emergência como mais antiga do que sua formulação atual, fazendo com que a proposta de Freeman não seja muito diferente de Hume.

69 FREEMAN, 2000, pg. 130

70 Note o uso do termo “descritas”, ao invés de “explicadas”.

71 Idem, pg. 131. É importante notar, porém, que todos os sistemas complexos aqui mencionados, como o furacão ou o cérebro, são sistemas abertos em termos de matéria e energia. Ou seja, são continuamente “alimentados” por causas exteriores.

causais”, estando assim mais sujeitas ao reducionismo e determinismo. Entre elas estaria o darwinismo:

“... *seleção natural como a agência*⁷² *da evolução, que Darwin modelou na seleção artificial na criação animal, e que causou a destruição do darwinismo social*”.⁷³

Sendo a causalidade circular diferenciada da linear e descrita, numa curiosa semelhança, pela linguagem da dinâmica não-linear, é preciso ainda compreender sua natureza.

Partindo da relação entre um neurônio e seu meio, Freeman identifica a causalidade circular, como vimos, com a causa formal aristotélica, o que parece ser feito através da ocorrência, em ambos, de uma *interação entre todo e partes, que dá certa forma a um objeto*. Não é explicada, no entanto, a origem desta forma.⁷⁴ Assim, a explicação da natureza da causalidade circular depende de algum outro mecanismo ou princípio: como por exemplo a idéia de **auto-organização**. Em seus experimentos mais conhecidos, Freeman identificou processos auto-organizados no tecido nervoso, o que parece lhe fornecer uma base empírica para a causalidade circular. No momento adequado investigaremos esta idéia mais profundamente, pois ela se constitui num dos pilares do pensamento de Freeman.

Uma questão que se pode colocar à causalidade circular de Freeman é sua **demasiada abrangência**. Ele pode referir-se tanto a uma relação entre partes (neurônios) e um todo (populações) que as “escraviza”, quanto a uma relação de feedback “entre um cérebro e seu ambiente”, seu todo.⁷⁵ Estas parecem ser duas relações “parte-todo” de mútua influência, mas com ênfases diferentes: numa delas a parte é restringida pelo todo, enquanto na outra ela age com certa liberdade. Serão duas narrativas diferentes do mesmo fenômeno ou

72 Ibidem, pg. 132. Do original “agency”

73 Ibidem, pg. 133. Tal crítica apresenta aspectos importantes. Precisamos notar, no entanto, que a seleção natural – junto às mutações - é um conceito que explica, em alguma medida, como a ordem pode ser criada numa população de seres vivos, sem que precise ser “recebida” ou “preparada de antemão”. Este parece ser, também, o objetivo do conceito de “causalidade circular” para Freeman, ou mesmo o de “auto-organização” como explicação para certo processo.

74 Na filosofia aristotélica, a origem da ordem é a própria natureza, que seria como um artista ou engenheiro.

75 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1):3-30pg 6

dois fenômenos distintos?

Além disto, podemos criticar uma interpretação comum da emergência (o todo é mais do que a soma das partes) argumentando que **um certo conjunto de neurônios não pode ser diferente do conjunto destes mesmos neurônios**. Normalmente, atribui-se esta diferença a *interações* que ocorrem durante algum tempo, e fazem com que o todo se comporte de maneira imprevisível para quem só conhece o comportamento das partes.⁷⁶ Estamos, aparentemente, falando que as *sinapses* mudam tudo. No entanto, se “somássemos” todos os neurônios, cada qual no seu devido lugar, saberíamos exatamente onde estariam as sinapses. O que não saberíamos é a dinâmica do sistema, seu comportamento no tempo, ou seja, os processos neurais. As sinapses permitem as interações, mas não são iguais a elas. Seguindo este raciocínio, não podemos dizer que o todo é mais do que a soma das partes, mas sim que *os processos neurais interferem em si mesmos, formando comportamentos imprevisíveis*. Isto acontece em sistemas que, como o tecido neural, apresentam uma grande quantidade de elementos que interagem fortemente com poder, ao menos inicialmente, relativamente igual.⁷⁷ E pode tanto evidenciar uma “indeterminação da natureza” quanto uma limitação na cognição humana.

*

A partir das considerações acima, podemos dizer que, no geral, as críticas de Freeman à atual “base filosófica” da neurociência se fundamentam em pelo menos dois argumentos contra a causalidade linear: 1) é insuficiente para descrever e explicar sistemas complexos; e 2) não explica a origem da ordem, da organização, da forma. A causalidade circular seria um instrumento mais adequado para compreendermos a dinâmica cerebral e suas relações com os processos mentais.

⁷⁶ Trataremos desta idéia nos capítulo “consciência e auto-organização”.

⁷⁷ DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. In *Auto-organização: estudos interdisciplinares*, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18

No entanto, se a compreensão da causalidade só for possível a partir do conhecimento de certos mecanismos neurais, voltaremos ao ponto colocado anteriormente. *As bases filosóficas da neurociência deverão decorrer da própria atividade científica.* A filosofia não teria, assim, um papel decisivo nesta questão. Seria uma espécie de filtro que a própria ciência introduz em si mesma.

Se este for o caso, será algo realmente surpreendente, e nós teremos uma delimitação melhor entre os terrenos. Poderíamos imaginar, já neste momento, algumas questões referentes a tal proposta. Não parece adequado, no entanto, avaliar uma estrutura conceitual incompleta. É preciso, primeiro, compreender cada uma das articulações e hipóteses elaboradas. Sendo assim, segundo a análise anterior, o papel central da argumentação de Freeman estará na descrição da chamada “neurodinâmica da intencionalidade”. Antes, porém, é necessário esclarecer outros pressupostos filosóficos de sua proposta.

O significado privado

Nosso ponto de partida, é bom lembrar, foi chamado de “paradoxo resolvido” e se refere à origem subjetiva do conhecimento objetivo. Tal questão se desdobra em muitas outras, como por exemplo na **relação entre o que experienciamos e o que medimos**, ou seja, entre consciência e corpo. Não há neste trabalho, no entanto, nada de “resolvido” sobre tal “paradoxo” – a não ser a escolha de tomá-lo como ponto de partida para um estudo crítico da relação entre neurociência e filosofia. Isto não quer dizer que inexistam soluções para o problema. Muito pelo contrário: as alternativas aparecem sob tantas formas diferentes que se torna inviável integrá-las de maneira coerente, formando o chamado consenso, uma espécie de “paradigma dominante da filosofia”. Este longo e caloroso debate é controverso também na forma como é visto: fundamental para alguns e irrelevante (por ser intratável) para outros.

Freeman apresenta uma forma de solucionar o problema, argumentando a favor da complementaridade entre o “significado privado”⁷⁸ e mecanismos neurais relacionados à socialização. De início, aborda o caráter desnecessário do problema:

“Não é necessário tentar definir (o significado), pois ele é universalmente experienciado no prazer de realizá-lo e na dor de perdê-lo”⁷⁹

O significado é, assim, associado às sensações de dor e prazer e por elas evidenciado. Tal pressuposição está também presente nos testes realizados por Freeman, onde as cobaias foram condicionadas para possibilitar a detecção de padrões cerebrais relacionados, supostamente, aos significados. É importante observar esta delimitação metodológica, pois *o uso exclusivo de animais condicionados certamente restringe o tipo de conclusão a que se pode chegar*. Será o significado de um animal condicionado semelhante ao significado de um organismo vivendo livremente?

Qual seria, neste contexto, a concepção de significado adotada pelo autor? Embora não haja uma definição propriamente dita, o significado é associado não só ao estímulo, mas também ao contexto e ao passado do sujeito (no caso, a cobaia). Freeman também utiliza, aqui, o recurso da “definição pela negação”:

“Significados não têm bordas nem compartimentos. Não são somente racionais ou emocionais, mas uma mistura. Não são pensamentos ou crenças, mas a fábrica de ambos”⁸⁰

Embora possa ser considerada apenas de caráter metafórico, a primeira frase nos leva a evitar a busca por uma delimitação espacial do significado, ou de certo significado. A terceira frase, por sua vez, **coloca o significado no papel central de qualquer ciência do mental**. Afinal, pensamentos e crenças são, a grosso modo, o conteúdo básico da nossa experiência subjetiva. Criá-los significaria criar toda a vida mental.

Neste sentido, se pudermos compreender o significado, poderemos entender

78 Podemos, aqui, perceber uma certa simetria entre o “significado” de Freeman e a “substância mental” de Descartes.

79 FREEMAN, pg. 13

80 FREEMAN, 2000, pg. 14

como surgem os pensamentos e crenças, o que seria fundamental no sentido de criar uma psicologia “única e coesa”. Esta criação, por sua vez, é um pressuposto necessário caso se busque simetrias “intensas” entre a neurociência e a psicologia.

Sendo assim, o projeto de Freeman aparece com uma forma global aparentemente coerente. Afinal, em seus experimentos ele busca, segundo podemos inferir, intensificar o significado, via condicionamento. Esta é uma abordagem comum na neurociência, onde são utilizados termos como “*meaningful behaviour*”. Os significados, por sua vez, seriam produzidos pela dinâmica neural, e estariam na base da ciência do mental. Assim, o cérebro produz a mente enquanto a mente interfere no cérebro, ambos através do significado. Note que não foram utilizados os termos “representação” ou “informação”.

Vejamos mais uma tentativa do autor caracterizar este conceito tão importante em seu pensamento:

“As pessoas normalmente supõem que o significado existe nos eventos naturais, como o pôr-do-sol, flores na primavera, e comportamentos de corte⁸¹ apresentados pelos animais. Na minha visão, os significados existem nos observadores, incluindo os animais participantes, e não nos objetos, eventos, e movimentos corporais.”⁸²

Neste ponto, o autor descreve o caráter subjetivo do significado, que o leva a “deduzir” a já mencionada privacidade do significado. Se torna difícil, no entanto, compreender seu caráter objetivo, o que virá mais à frente. Antes, no entanto, Freeman parece estabelecer uma espécie de “borda” para o significado, embora tivesse, anteriormente, se contraposto a esta idéia.

“Cérebros sozinhos têm significados, e eles são bastante diferentes de representações.”

Nesta frase é difícil diferenciar “cérebro” de “sujeito”. Ou seja, **o cérebro é**

81 Corte no sentido de cortejo.

82 FREEMAN, 2000, pg. 15. Duas breves reflexões convergentes. 1) Se significados só existem nos observadores e só existem nos cérebros, poderíamos inferir que cérebros são observadores, ao invés de objetos. 2) Se significados não existem em movimentos corporais, como a neurodinâmica poderia explicá-los? Apenas se não considerarmos o cérebro como parte do corpo em movimento, mas sim o referido observador.

um observador ou um objeto? Talvez o órgão seja um recém-descoberto “meio termo”, o que justificaria a primeira proposição. Esta identidade implícita entre cérebro e sujeito está presente em outras frases, como as traduzidas abaixo:

“Acredito que a idéia de significado, um conceito crítico que define a relação de cada cérebro com o mundo, é central para os recentes debates na filosofia e nas ciências cognitivas”⁸³

“... como os cérebros são compostos de neurônios interconectados, deve haver alguma maneira pela qual os significados surgem através das atividades dos neurônios...”⁸⁴

A diferença entre significado e representação se fundamenta, para Freeman, na diferença entre “estado mental” e “representação mental”. O costume, nos últimos três séculos, de representar nossos pensamentos teria levando a uma confusão entre as descrições e metáforas do mental:

“A metáfora 'imagem mental' substituiu a real descrição da nossa experiência de pensar, ao ponto de parecer controverso o questionamento da utilidade da metáfora no entendimento da funcionamento cerebral”⁸⁵

De fato, grande parte dos neurocientistas utiliza o termo **imagem mental** para descrever o que se passa na mente de suas “cobaias” a fim de estabelecer relações entre certos aspectos da mente e determinadas regiões cerebrais ou momentos de atividade neural. Freeman argumenta que tais imagens são representações, e não estados mentais propriamente ditos.⁸⁶ Os significados, a base do mental, seriam criados internamente, através da neurodinâmica, e não poderiam existir “fora do cérebro”.⁸⁷

Assim, de maneira resumida, o autor escreve na legenda da ilustração abaixo:

83 Idem, pg. 17

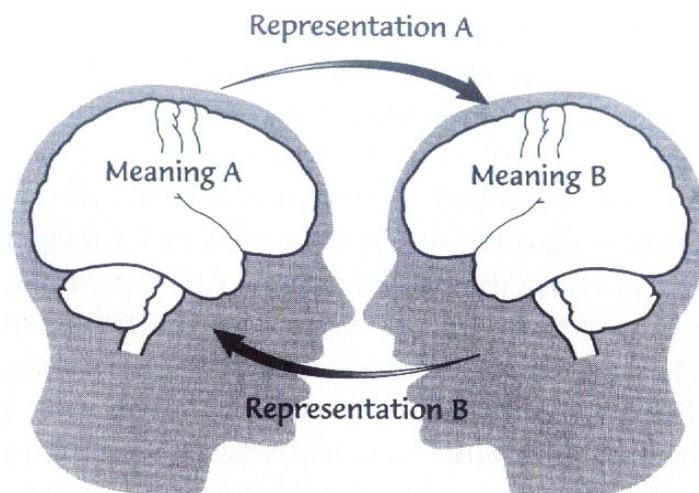
84 Ibidem, pg. 16. Esta relação de necessidade (deve haver uma maneira) entre criação de significado e estrutura cerebral parte, aparentemente, do pressuposto de que ambos são a mesma coisa ou, alternativamente, partes inseparáveis de uma mesma coisa, como estabelece a teoria da identidade, anteriormente rejeitada pelo autor.

85 Ibidem, pg. 15-16. Note que a “imagem mental” é diferenciada de uma suposta “real descrição”.

86 Podemos interpretar, a partir destas considerações, que Freeman pressupõe a idéia de que podemos acessar os estados mentais propriamente ditos, não apenas suas “representações”. O que poderia ser explicado ao se acreditar que a experiência consciente é observada “em si mesma” enquanto as outras coisas são observadas enquanto “aparências”.

87 Outra reflexão a se tecer, referente a este trecho, vem do fato da própria neurodinâmica se constituir numa estrutura simbólica, formada por representações matemáticas. Assim, embora os cérebros possuam, segundo Freeman, significados detectáveis pelas ferramentas da dinâmica, o próprio processo de detecção transformará os significados em representações.

“..como um dinamicista e pragmático, eu proponho que as representações existem apenas no mundo e não têm significados, e que os significados existem apenas em cérebros sem serem representados lá”⁸⁸



*Ilustração 1: Para Freeman, os significados existem nos cérebros e são privados, enquanto as representações são formas destes cérebros expressarem seu significado em seres sociais.
FREEMAN, 2000, pg. 16*

Ao observar o desenho podemos notar, novamente, certa identidade implícita entre cérebro e sujeito. A figura, além disto, apresenta a forma que o autor considera adequada para representar a causalidade circular: um ciclo fechado.

Esta relação entre cérebro e sujeito, segundo podemos entender, se desdobra na identidade entre significado e certas atividades cerebrais, que aparece em algumas afirmações:

“O significado completo de um estímulo para o organismo emerge do tecido cortical apenas em um nível global”⁸⁹

Em suma, para Freeman, o significado é criado de maneira privada (como o sistema imunológico) e não pode ser definido, mas apresenta algumas características. Ele tem papel fundamental na mente e no cérebro, constituindo-se num possível elo de ligação entre a filosofia e a neurociência. Além disto, o significado surge do tecido cerebral e não das

⁸⁸ FREEMAN, 2000, pg. 16

⁸⁹ Idem, pg. 114. Note que este trecho sugere a existência, para Freeman, de “significados parciais”, além de delimitar o córtex, não o cérebro inteiro, como o espaço do significado.

representações como gestos ou símbolos. Este é um ponto interessante, pois é a forma particular deste autor conceber o princípio dinamicista de que a mente não é formada por representações, e sim um processo caótico e auto-organizado. Como veremos, o principal argumento de Freeman neste sentido vem de alguns resultados experimentais obtidos por ele e seu grupo.

Resta-nos esclarecer, por fim, a origem do que Freeman chama de significado. A resposta parece depender do conceito de intencionalidade, embora também possa se basear na idéia de auto-organização:

“Nossos cérebros são a fundição de novos significados, que vêm à nossa consciência quando eles já estão auto-organizados, depois do que podemos escolher publicá-los em representações...”⁹⁰

Como ainda podemos observar, esta concepção de significado privado não parece ajudar na compreensão do aspecto objetivo do significado, ou seja: como uma mente compreende de forma semelhante a outras mentes, permitindo inclusive toda esta tecnologia a nossa volta?⁹¹

A Intencionalidade

A resposta a este problema, segundo Freeman, depende de mecanismos biológicos de socialização e se fundamenta no conceito de intencionalidade, que seria:

“O processo pelo qual os significados crescem e operam ...”⁹²

“... o processo pelo qual homens e outros animais agem de acordo com seu próprio crescimento e maturação. A intenção é o direcionamento de uma ação a

90 Ibidem, pg. 155

91 Afinal, esta delimitação espacial entre significado e representação é justamente o que Bergson exemplifica como a espacialização do mundo, o recorte da experiência em objetos e conceitos excludentes: dois corpos não ocupam o mesmo espaço. Assim, é difícil estabelecer alguma relação o significado e a representação tal qual descritos por Freeman.

92 FREEMAN, 2000, pg. 17

algum objetivo futuro que é definido e escolhido⁹³ pelo agente”⁹⁴

Se a intencionalidade é um processo, ao invés de uma propriedade como parece indicar o sufixo da palavra, como seria este processo?

“Nossa percepção de um objeto já foi concebida antes do input sensorial,⁹⁵ pela ação tomada para se obter o input. A estruturação é feita por repetidos ciclos de ação e percepção que Merleau-Ponty chamou de arco intencional”⁹⁶

É importante notar que, nesta concepção de arco intencional, há uma clara recusa ao modelo de estímulo-resposta. Afinal, a percepção do estímulo ocorreria, em alguma medida, simultaneamente a uma ação. Há certa sobreposição entre input e output, levando à necessidade de um novo modelo. A intencionalidade poderia ser a base deste modelo, mas para isto precisamos compreender melhor sua natureza.

Freeman remete-se ao conceito de intencionalidade de São Tomás de Aquino, distinguindo-o da idéia de motivo (a explicação da ação) e de desejo (o sentimento da intenção). Além disto, o autor aponta “versões cotidianas”⁹⁷ do conceito: 1) a intenção como um comportamento conscientemente direcionado a um objetivo; e 2) a propriedade que as representações mentais têm de se referir a algo – pois toda a consciência é consciência de alguma coisa.

Estas versões cotidianas da idéia original de intencionalidade, segundo Freeman, em geral pressupõem uma consciência. Para criticar esta idéia, o autor se baseia no próprio cotidiano, referindo-se à eficiência da ação “inconsciente” - em especial nas práticas esportivas e artísticas.

“...nós executamos a maior parte das atividades diárias, que são claramente intencionais e significativas, sem estarmos explicitamente conscientes delas...”⁹⁸

93 Não podemos deixar de notar que tal definição do processo de intencionalidade se fundamenta na habilidade do ser vivo de escolher. Assim, caso Freeman busque explicar a escolha com base na intencionalidade, poderá se deparar com um conceito que se baseia em si mesmo. Seria isso possível graças à causalidade circular?

94 FREEMAN, 2000, pg. 8

95 O que parece excluir os reflexos, dado que não há ação preparatória para o imprevisto. Ao menos os primeiros momentos do estímulo não seriam precedidos de tais ações.

96 FREEMAN, 2000, pg. 120

97 Do original “*this everyday usage is a watered down version*” p.17

98 FREEMAN, 2000, pg. 17. Nesta frase o autor usa o termo “consciousness”, mais utilizado para seres

Neste momento, como podemos observar, Freeman refere-se ao termo consciência em uma de suas acepções cotidianas. Como veremos, no entanto, a polissemia desta palavra pode dificultar bastante a análise dos discursos sobre ele. Ou seja: *será que a “consciência pressuposto” que Freeman critica logo acima tem o mesmo significado da “consciência” que se opõe ao inconsciente?*

Segundo Walter Freeman, a intencionalidade possui três propriedades principais:⁹⁹

a) **Unidade:**

“Nossos cérebros e corpos estão inteiramente comprometidos com a ação de projetar corporalmente nós mesmos no mundo ... aqui eu distingo entre o self, que é unificado, e a consciência do self que nós experienciamos como ego ...”;

b) **“Inteireza”(wholeness):**

“ experiência de vida como um todo é trazida para cada momento de ação ... Isso inclui ... um esforço orgânico cego para realizar todo o nosso potencial dentro das restrições da hereditariedade e do ambiente”.

Em um artigo recente, o autor explica que:

*“subjetivamente, a 'inteireza' é revelada no esforço para se cumprir o potencial do self no seu tempo de vida de mudança. Seu significado fundamental é “tendência”, a visão aristotélica de que biologia é destino”;*¹⁰⁰

c) **Intenção**, ou propósito:

“... estejam os atletas e dançarinos conscientes ou não, suas ações são direcionadas a algum fim”.

Esta última propriedade, como vimos logo acima, não deve ser interpretada como semelhante ao conceito de intencionalidade formulado por Franz Brentano onde, a grosso modo, toda a consciência é “consciência de algo”. A intencionalidade distingue, para Brentano, fenômenos físicos e psíquicos. A “intenção” descrita por Freeman, por sua vez,

humanos, não entrando na questão colocada anteriormente de que existem graus de consciência.

99 Idem. pg. 18.

100 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12) pg.143-72.

assim como a “inteireza”, parece mais próxima da própria idéia de **finalidade**, um conceito bastante controverso na ciência contemporânea: abolido das chamadas ciências exatas, com papel incerto nas ciências da vida¹⁰¹ e fundamental no estudo do homem e suas relações. Isto porque a finalidade parece ser uma forma do espírito humano entender o mundo e, portanto, guiar seu comportamento. Assim, conceber a finalidade na natureza não-humana nos obrigaria a imaginar outras formas de “espíritos” guiando a matéria segundo seus próprios entendimentos e interesses. Neste sentido, uma semelhança entre a intencionalidade de Brentano e a intenção de Freeman seria, segundo podemos entender, sua característica de fenômeno psíquico. Mas este considera, como vimos, o psíquico como uma propriedade (emergente) do físico, uma relação que ainda não está muito clara.

Walter Freeman busca, como vimos, os fundamentos da consciência no que chama de processo da intencionalidade. Como a intencionalidade levaria, então, à consciência? Como veremos no capítulo “o ciclo intencional”, Freeman descreve um modelo para o processo intencional no cérebro, relacionando-o com o ciclo de percepção e ação e as ondas cerebrais. Tal processo visa, dentre outras coisas, explicar de que maneira a intencionalidade permitiria a emergência da consciência¹⁰² a partir da neurodinâmica.

Como a intencionalidade poderia ajudar a explicar a **objetividade do conhecimento**?

Como vimos, tanto a teoria do cérebro quanto a teoria da mente, para Freeman, deveriam se fundamentar no conceito de “significado”. Este, no entanto, é considerado isolado do resto do mundo por sua peculiaridade, o que levaria à necessidade da representação. A representação seria uma forma do significado se comunicar com o mundo, sair de dentro do sujeito (ou cérebro), ser expresso. Mas como poderia ocorrer esta transformação tão radical da subjetividade na objetividade? Uma forma de fazer isto seria

101SIMPSON, G. G. 1947. Haverá plano e finalidade na natureza? In *Evolução, Raça e Cultura*, Trad. Gioconda Mussolini, Edusp, 1969.

102Sendo aí a consciência considerada uma espécie de parada no tempo entre a percepção e a ação.

associar o significado privado à intencionalidade. Afinal, se esta tem um caráter de “se referir a algo”, de “buscar um objeto externo” (no sentido de Brentano) ou mesmo de “intenção” (no sentido de Freeman),¹⁰³ talvez possamos compreender de que maneira o significado “sai do sujeito”, ou seja, se torna minimamente objetivo. Trata-se, é importante destacar, de uma solução conceitual, não necessariamente vinculada aos dados empíricos obtidos por Freeman ou outros neurocientistas.

Sendo assim, para Freeman, o processo da intencionalidade criaria o significado, formando a base da explicação de Freeman para o mental. O fenômeno, ocorreria da seguinte forma:

“Proponho que o significado surge assim que um cérebro cria comportamentos intencionais e então muda ele mesmo de acordo com as conseqüências sensoriais desses comportamentos. Aquino e Jean Piaget chamaram este processo de “assimilação”¹⁰⁴

Além disto, o arco intencional, o ciclo ação-percepção, estaria diretamente relacionado¹⁰⁵ com as ondas cerebrais, registráveis em EEG. Com isto, a proposta se torna, em alguma medida, testável, pois fundamenta-se numa temporalidade definida. Poderíamos assim, por exemplo, correlacionar certos momentos da atividade neural com momentos em que o sujeito experiencia algum significado – segundo os meios de que dispomos para inferir. Tal correlação só será possível, é importante observar novamente, se utilizarmos palavras – criadas socialmente – que descrevam e classifiquem os diferentes “estados mentais” (ou, para Freeman, significados).

A temporalidade deste processo de criação cerebral do significado é

103 É interessante notar que, se a objetividade for permitida pela existência de finalidades dentro de cada sujeito, faz sentido conceber o significado como privado, pois cada sujeito tem suas próprias finalidades. No entanto, seguindo este raciocínio, talvez os fins comuns presentes nas sociedades permitam a existência de significados mais objetivos. Esta é apenas uma reflexão que busca investigar a coerência interna do pensamento de Freeman, assim como possíveis idéias complementares.

104 FREEMAN, 2000, pg. 8

105 Esta relação direta deve ser, segundo Freeman, uma causalidade circular, pois trata de conceitos mentais e cerebrais. É interessante notarmos mais uma vez, no entanto, que parece existir uma certa identidade entre “ciclos de ação-percepção” e “ondas cerebrais”, ou ao menos uma espécie de paralelismo entre ambos. Esta sutileza é em grande parte ignorada na neurociência, em virtude do uso comum de expressões como “a mente emerge do cérebro” ou “correlatos cerebrais da mente”. Será tal postura um problema ou uma solução?

investigada em um estudo recente, feito por Kozma (parceiro de Freeman em diversos artigos) e colaboradores. Eles analisaram o tempo mínimo necessário para alguns voluntários realizarem certas tarefas. Comparando este mínimo com o tempo gasto para a formação de padrões cerebrais (semelhantes aos de Freeman), o grupo concluiu que o significado completo de um estímulo – em um jogo de tetris - demora de 750 a 1200ms para ser formado.¹⁰⁶

Outra questão importante é a relação entre intencionalidade e vida. Freeman costuma vincular os dois conceitos, como podemos observar nos exemplos dos trechos anteriores: “cérebros”, “corpos”, “*experiência de vida*”, “*esforço orgânico*”, “*hereditariedade e ambiente*”, “*atletas e dançarinos*”. Assim, aparentemente, a intencionalidade só seria possível em seres vivos, tornando-se próxima do *anima* aristotélico ou mesmo do próprio conceito de vida.

Assim, se nos perguntarem “por que certos seres podem lembrar sua história, ter intenções e agir globalmente para realizá-las?”, poderemos responder com simplicidade “é que eles estão vivos”. Ou seja: se questionam “Por que este punhado de matéria comporta-se como se fosse sujeito de suas ações?”, respondemos “é que este é um punhado de matéria viva”. Não estaremos cometendo nenhum equívoco capital mas, em nossa simplicidade, poderemos estar próximos de concepções do século XIX, como o *vitalismo* – pelo qual a matéria viva seria possibilitada por um princípio vital imaterial, caindo assim em uma forma de dualismo.

Ou seja, segundo a análise acima, o conceito de intencionalidade parece depender de um ser que percebe, entende, lembra, e possui objetivos – algo semelhante a um sujeito. Ao que parece, a idéia de intencionalidade depende do conceito de vida, que consideramos incluir todas as propriedades referidas acima. Não é à toa, deste ponto de vista,

¹⁰⁶“O segundo tipo de padrão AM é endógeno.... e ocorre ... entre 750 e 1200ms. ... (Ele) representa o ato de categorização do input... é o resultado do reconhecimento do estímulo significativo na situação atual do organismo”. Traduzido de KOZMA, R. HARTER, D. ACHUNALA, S. 2002. Action selection under constraints: dynamic optimization of behavior in machines and humans , in *Proceedings of the 2002 International Joint Conference*, Vol. 3, pg: 2574-2579.

que os exemplos utilizados por Freeman para explicar a intencionalidade são quase sempre seres vivos..

A partir deste ponto, existem ao menos dois caminhos a serem trilhados na proposta de Freeman de explicar o significado pela neurodinâmica: 1) considerar a intencionalidade inseparável da vida, dificultando assim a descrição do fenômenos em termos exclusivamente físicos, ou seja, na linguagem da dinâmica; ou 2) descrever a intencionalidade sem utilizar explicações biológicas, desvinculando-a do conceito de vida.

Vejamos, primeiramente, algumas conseqüências de optarmos pela primeira alternativa.

Se vinculamos o conceito de “intencionalidade” de Freeman ao que entendemos por “vida”, deveremos encarar as bactérias como sujeitos criadores de significados. O que pode ou não fazer sentido, dependendo da abrangência que damos aos termos “sujeito” e “significado”. De qualquer forma, estabelecer um vínculo necessário entre “intencionalidade” e “vida” pode vir a ser mais problemático do que esclarecedor..

Isto porque “vida” não é um conceito muito claro. Afinal de contas, por que os seres vivos estão vivos? Como eles conseguem manter e reproduzir seu meio interno? Comportar-se de maneira adequada? Adaptar-se e evoluir, enquanto o resto do universo conhecido caminha quase linearmente para um equilíbrio de máxima entropia?

É isto que parece nos indicar a segunda lei da termodinâmica ou mesmo o chamado *caos determinístico*. Ou seja: a partir da idéia de que o movimento das moléculas é aleatório,¹⁰⁷ foi possível criar equações de distribuição de velocidade eficazes, partindo-se do pressuposto de que o gás está em equilíbrio. O fato destas equações funcionarem na maioria das vezes nos indica que os gases tendem a um equilíbrio, a uma homogeneidade, assim como o calor. Resta, portanto, a questão de *como os seres vivos rompem esta homogeneidade*, criando “sub-mundos” dentro do mundo, localizados e estáveis conjuntos de fenômenos que

107O conceito de caos molecular, publicado em 1859 por Maxwell.

estão fora do equilíbrio físico-químico.

Em outras palavras, como a vida cria ordem em um mundo que tende a se desorganizar? O que é a vida para ter este poder? Ou simplesmente: o que é vida?

Esta última pergunta talvez possa ser respondida de duas maneiras diferentes – uma mais subjetiva, outra mais objetiva – cada qual com suas finalidades. Por um lado, podemos compreender a intencionalidade, ou a vida, na medida em que a experienciamos de nossa maneira particular. Se, no entanto, Freeman realmente busca uma teoria da intencionalidade, é necessário explicá-la em termos mais objetivos. Entretanto, se não for possível desvincular o conceito de “intencionalidade” do conceito de “vida”, haverá dificuldades. Afinal, os biólogos ainda não chegaram a uma definição consensual de “vida”,¹⁰⁸ assim como os psicólogos ainda não decidiram ao certo o que é “mente”.¹⁰⁹

Chegamos, assim, à segunda alternativa mencionada anteriormente, a de conceber o conceito de intencionalidade como não necessariamente ligado à vida. Dadas as dificuldades encontradas na primeira alternativa, grande parte dos cientistas contemporâneos, como Walter Freeman, optam por não se arriscarem a cair no dualismo ou no vazio conceitual. Assim, a idéia de máquinas se comportando de maneira inteligente e intencional está intensamente presente nas diversas linhas da filosofia da mente.¹¹⁰

Vejamos, então, como Freeman concebe a vida. Para ele, embora os seres vivos não sejam máquinas no sentido tradicional do termo, ainda assim podem ser considerados “máquinas auto-determinantes”, dado o caráter intencional de seu comportamento.¹¹¹ Ou seja, se pudermos compreender a maneira pela qual a intencionalidade ocorre nos seres vivos,

108 Para notar isto, basta perguntar a um grupo de biólogos: o vírus é um ser vivo? Curiosamente, esta dificuldade em definir o conceito central não inviabiliza os estudos da biologia. O que pode variar, dependendo do conceito de “vida” pressuposto, é a interpretação de tais estudos. A elaboração e a escolha dos “significados mais significativos”.

109 TEIXEIRA, J. F., 2000. *Mente, Cérebro e Cognição*, Vozes.

110 *Idem*.

111 “O comportamento intencional só pode ser entendido em relação aos padrões caóticos de atividade neural que o produz. A metáfora da máquina permanece, mas a máquina é vista como auto-determinante.”
FREEMAN, 1997. Three centuries of category errors in studies of the neural basis of consciousness and intentionality. *Neural Networks* 10: 1175-1183.

poderemos criar máquinas com esta propriedade. É o que o autor propõe no artigo “*The Neurodynamics of Intentionality in Animal Brains May Provide a Basis for Constructing Devices that are Capable of Intelligent Behavior*”, onde utiliza suas idéias sobre o funcionamento do cérebro.¹¹² Assim, poderíamos conceber robôs que apresentem as características da intencionalidade sem, no entanto, estarem vivos (por não se reproduzirem, por exemplo).

Seguindo esta linha, surge agora uma outra questão: se a vida não cria a intencionalidade, então como esta surge? Este é um ponto importante pois o significado tem, para Freeman, sua origem na intencionalidade. Assim, resta-nos compreender o que o autor chama de dinâmica da intencionalidade. Ela se fundamenta, em grande medida, na chamada causalidade circular e auto-organização:

*“Um ato intencional surge como um estado auto-organizado em um segmento de uma trajetória que tem uma localização no espaço de estados e uma direção rumo a um estado futuro”*¹¹³

Em suma, a intencionalidade parece ter um papel fundamental na proposta do autor de explicar a escolha em termos da neurodinâmica. Isto porque ela permitiria o comportamento intencional, o surgimento do significado e da própria consciência. Para Freeman, a intencionalidade é pressuposto para a consciência, e não o contrário. No entanto, a causa final parece ser um pressuposto necessário na intencionalidade descrita por Freeman. Além disto, embora a maioria dos exemplos do autor sejam de seres vivos, ele considera possível a criação de máquinas com comportamento intencional, caso possamos compreender os mecanismos neurais de formação do significado. Por fim, o processo da intencionalidade seria semelhante ao arco intencional de Merleau-Ponty ou à assimilação de Piaget e São Tomás de Aquino. Tal processo será descrito mais profundamente no capítulo “o ciclo intencional de Freeman”.

112 FREEMAN, W. 2000b. The Neurodynamics of Intentionality in Animal Brains May Provide a Basis for Constructing Devices that are Capable of Intelligent Behavior. In *NIST Workshop on Metrics for Intelligence: Development of Criteria for Machine Intelligence*.

113 FREEMAN, 2000, pg. 130

Síntese

A partir dos dados analisados até aqui, podemos notar que:

- a) as **críticas** apresentadas são, de maneira geral, pertinentes e adequadas, embora muitas vezes se direcionem a interpretações “caricaturais” das diferentes linhas filosóficas. Os argumentos e informações abrangem grande parte da filosofia e da neurociência, indicando uma espécie de “nado contra a corrente” por parte do autor;
- b) o autor parte do pressuposto de que a escolha é um fato e uma propriedade inalienável do ser humano. Disso decorreria uma limitação na previsibilidade do universo, e uma *valorização da experiência humana consciente*. Ele propõe uma teoria sobre a “**neurodinâmica da escolha**”. Para isto, rejeita a idéia de livre-arbítrio, e define “escolha” como uma “seqüência de pontos de bifurcação”, utilizando-se de conceitos da Teoria dos Sistemas Dinâmicos, a chamada dinâmica não-linear. O processo de escolha poderia ser explicado, segundo diferentes afirmações, pela intencionalidade, auto-organização ou causalidade circular;
- c) sobre a **relação entre mente e corpo**, Freeman busca abandonar perspectivas “radicais”, como o *dualismo* ou o *determinismo*, e perspectivas que excluam a causalidade, como a *teoria da identidade*, o *paralelismo* ou o *epifenomenismo*. Além disto, o uso do termo “cérebro” é muito mais freqüente do que o termo “corpo”, indicando um claro recorte da questão. O autor acredita, também, que existe uma relação de *causalidade circular* entre mente e cérebro. Em alguns momentos, no entanto, parece haver certa “*identidade implícita*” entre o cerebral e o mental, como se o cérebro (tomado como um todo) fosse uma espécie de “sujeito encarnado” - o que talvez seja explicado pelo fato de que o autor considera a mente uma *propriedade*

emergente da atividade cerebral, ou seja, da dinâmica neural. Freeman considera-se *dinamicista e pragmático*;

- d) a **causalidade circular** explicaria, nos sistemas complexos (ou dinâmicos), a criação da forma, ou seja, a *relação entre as partes e o todo*: entre os neurônios e sua população (nível mesoscópico) entre populações de neurônios e áreas cerebrais (nível macroscópico). O mesmo conceito é utilizado para explicar a relação entre o cérebro e a mente: *ele a cria, enquanto ela interfere nele*. Podemos interpretar esta descrição, embora num raciocínio mais indutivo do que dedutivo, dizendo que o cérebro produz aquilo que o regula, deixando para a mente um papel indireto ou secundário;
- e) de maneira semelhante, cada cérebro produziria significados próprios e seria influenciado por eles. Ou nos termos do autor: o **significado** emerge da interação da totalidade de neurônios, num processo de formação de ordem global a partir das flutuações locais, a chamada auto-organização. Dado que o processo de intencionalidade criaria o significado nos seres-vivos, podemos considerar este processo seria considerado, para Freeman, um caso particular de auto-organização, possibilitado pela causalidade circular;
- f) a **intencionalidade**, por sua vez, seria o processo responsável pelo comportamento intencional de um sistema, uma ação global rumo a um propósito. Este processo ocorreria por ciclos de ação-percepção, onde haveria uma preparação ativa da percepção. Nesta preparação, o sistema identificaria os elementos mais significativos em cada contexto. Tal processo criaria os significados que experienciamos. Além disto, estaria associado às ondas do EEG, permitindo a elaboração de experimentos

científicos relacionados ao significado, alguns dos quais já publicados. Para compreender a natureza da intencionalidade, no entanto, precisaríamos recorrer a conceitos como “vida”, “causalidade circular”, “auto-organização” ou “finalidade”;

g) a partir dos conceitos anteriormente descritos, Freeman buscará explicar a **consciência**.

Segundo o autor, ela age na hora da escolha, em certo momento do ciclo de ação-percepção da intencionalidade. Desta definição decorre, como Freeman aponta, que outros animais também podem apresentar consciência. Não fica claro, no entanto, se todos os seres vivos com cérebro seriam, para o autor, conscientes. Ou ainda, na mesma linha, se os seres vivos sem cérebro também poderiam ter consciência. Afinal, o autor considera os chamados atos inconscientes como intencionais. Assim, poderíamos ter intencionalidade sem consciência, mas não o inverso. Além disto, o autor considera que outros animais podem ter consciência, mas apenas o homem tem auto-consciência.¹¹⁴ De maneira geral, *a consciência aparece ora como um momento de escolha, ora como a “experiência subjetiva” deste processo;*

h) são apresentados, de forma clara, os **conceitos filosóficos** que fundamentam sua proposta, embora haja interpretações “caricaturais” de pensadores como Aristóteles, Descartes e Espinosa. Aparentemente, isto não compromete a lógica proposta pelo autor, exceto na questão da origem da forma.¹¹⁵ Além disto, as articulações entre os conceitos são estabelecidas de maneira igualmente clara, com exemplos e citações, proporcionando uma agradável sensação de compreensão para aquele que realmente se propõe a esta leitura.

114 FREEMAN, 2000, Pg. 8

115 Quando Freeman julga haver uma fraqueza na lógica formal de Aristóteles para justificar a associação deste conceito à causalidade circular. Tal fraqueza seria a limitação do conceito aristotélico às máquinas e obras de arte, não sendo adequado para explicar o engenheiro e o artista, ou seja, a origem da ordem. Freeman busca a resposta a este problema na causalidade circular e na auto-organização

Tal sensação pode, em um estudo crítico, indicar dois rumos de ação complementares. Por um lado, é preciso duvidar um pouco das idéias e relações estabelecidas, evitando que o prazer de certo entendimento dificulte um entendimento mais amplo. Por outro lado, é preciso buscar algum significado para tais informações e modelos, evitando posturas radicais como negar ou corroborar todo um conjunto de idéias com base numa única observação ou argumento.

A partir destas observações e análises preliminares, podemos tecer algumas reflexões:

Em primeiro lugar, embora os conceitos fundamentais estejam claros e bem descritos, algumas **relações** estabelecidas nesta estrutura conceitual ainda não foram completamente esclarecidos.

1. Como compreender a causalidade circular sem quebrá-la em duas setas de sentido oposto? Ou seja: qual é o significado do termo “causalidade circular”?
2. Como a causalidade circular cria uma forma global?
3. Como a causalidade circular cria a intencionalidade?
4. Como a intencionalidade cria o significado?
5. Como as representações (extra-cerebrais) interferem nos significados (intra-cerebrais)?
6. Como a matéria escolhe? Ou, no recorte do autor, como o cérebro escolhe?

Esta última questão é uma possível tradução do objetivo a que o autor se propõe no livro “*How brains make up their minds*”, o de explicar a liberdade de escolha com base na neurodinâmica. Além disto, tal questão estaria associada, no caso dos seres humanos, dadas as definições de Freeman, à pergunta:

7. como a matéria se torna consciente de si mesma?

Esta questão alimenta calorosos debates há muito tempo, e está diretamente relacionada ao ponto de partida deste trabalho, que chamamos de “paradoxo resolvido”. Trata,

portanto, da questão da “conciliação” entre o objetivo e o subjetivo. Ela não constitui o objeto central de Freeman, mas está presente nas entrelinhas de qualquer projeto que busque explicar a experiência consciente em termos de movimentos na matéria. E Freeman busca, como vimos, descrever a criação de significados e escolhas em termos da neurodinâmica.

Antes de prosseguir, devemos fazer três breves observações.

Em primeiro lugar, todas as questões começam com um “como”, embora o autor tenha se proposto a “explicar” a escolha em termos da neurodinâmica. Tal palavra foi utilizada pelo seguinte motivo: embora usualmente explicar seja um “porquê” e descrever seja um “como”, Freeman parte do pressuposto, como vimos, de que o “porquê” busca apenas causa motora, ou eficiente. O “como”, por sua vez, é relacionado à causa formal e constitui a explicação mais adequada para os sistemas complexos. Assim, existe uma certa sobreposição entre a idéia de **explicação** e a idéia de **descrição**. Desta forma, embora o autor se proponha a explicar, com “conceitos materiais”, a escolha e outros “conceitos mentais”, suas definições nos levam a entender que tal explicação não busca um “porquê”, mas sim um “como”.

Sendo assim, para compreendermos as relações conceituais propostas, e responder as questões acima, precisaremos investigar os mecanismos neurais a que Freeman se refere. A explicação de algumas questões mais problemáticas, como vimos, se fundamentaria no conceito de auto-organização ou no de causalidade circular. Seria o caso da relação entre neurônios e cérebro, e também entre cérebro e mente.

Uma segunda reflexão refere-se ao conceito central utilizado pelo autor para relacionar cérebro e mente. O “significado” seria central para a neurociência e para a psicologia, no entanto apresentaria um caráter essencialmente pessoal. Sendo o “significado” privado e separado da “representação” pelos limites do cérebro, não há como pensar a **relação entre a subjetividade e a objetividade**. Esta não parece ser uma relação que o autor se proponha a explicar, mas sim apenas a discutir:

“Um objetivo deste livro é explicar porque este isolamento (do significado) deve ocorrer, e discutir os mecanismos para construção de significados e indução à construção de significados similares aos outros, para superar este isolamento”¹¹⁶

O último capítulo do livro trata justamente desta questão, buscando explicar como os significados privados, através de mecanismos biológicos de socialização, se transformam em conhecimento. Em outras palavras, como os significados subjetivos se tornariam, utilizando um conceito abandonado por Freeman, “significados objetivos”? Os mecanismos biológicos relacionados a esta objetivação poderão nos esclarecer sobre a relação entre subjetividade e objetividade?

Uma terceira reflexão ainda é possível. Como já mencionado, se os conceitos filosóficos que devem fundamentar a neurociência só são adequadamente explicados com base na própria neurociência, chegaremos a uma espécie de redundância ou a algo parecido com o que Freeman chama de causalidade circular. Neste caso, talvez a filosofia tenha apenas um *papel indireto para a neurociência*.

Esta idéia não deve ser rejeitada nem exaltada *a priori*, pois é ao mesmo tempo perigosa e útil, tentadora e aterrorizante. Ou seja: pode nos levar a acreditar demais em modelos incompletos da mente e do cérebro, criando diversos problemas na medicina e na ciência teórica. Por outro lado, é desejável que sejam estabelecidas relações consistentes entre a filosofia e a neurociência. O que justifica uma análise aprofundada das diferentes hipóteses para tal problema. É possível que exista, mesmo dentro de uma estrutura conceitual incerta, elementos e informações importantes para o conhecimento humano.

Desta forma, a proposta de Freeman precisa ser compreendida no todo e nos detalhes. Pois, como nosso ponto inicial já indica, em certas questões complexas é mais adequado um estudo caso a caso do que a formulação de proposições genéricas delimitando terrenos e formulando certezas. Afinal, podemos exagerar na dúvida ou na certeza se

116 FREEMAN, 2000, pg. 10

investigarmos preconceituosamente. Isto pode nos levar a agir de forma equivocada, se nossa certeza for incerta, ou impedir-nos de agir, se duvidarmos do pouco que sabemos.

É hora, portanto, de nos debruçarmos sobre as informações fisiológicas em busca de um entendimento mais completo da proposta deste cientista.

Os dados experimentais de Freeman

O problema inicial

Walter Freeman estava em busca de padrões na atividade neural durante a percepção. Mais especificamente, durante o reconhecimento de um certo tipo de estímulo olfativo. Seu problema experimental não era, portanto, a consciência ou a escolha, mas sim a fisiologia cerebral de mamíferos durante o reconhecimento de um certo odor. A análise do autor, no entanto, que inclui diversos outros experimentos, levanta a possibilidade de que os mecanismos neurais responsáveis pelo reconhecimento de estímulos podem esclarecer algo sobre a natureza do significado, da escolha e da consciência.

O cérebro, além de complexo e “multifuncional”, é também muito delicado e importante para a vida. Tais características dificultam o estudo deste órgão e a identificação de padrões significativos em seu funcionamento. Afinal, o uso de ferramentas estatísticas e técnicas experimentais nos permite encontrar diversos padrões nos processos cerebrais. Alguns deles são adequadamente identificados e reproduzidos, outros não. Mas a questão é que *há uma grande dificuldade em se atribuir significados consensuais para diversos dados empíricos sobre o cérebro*. Esta é uma das principais questões da chamada filosofia da neurociência, temporariamente resolvida pelo amplo uso do termo “correlatos neurais” - indicando certa postura “neutra” da neurociência em relação às diferentes perspectivas encontradas na filosofia da mente.

Alguns padrões são mais fáceis de se ver, e em geral podem ser descritos utilizando-se instrumentos matemáticos bastante conhecidos na ciência. Podemos observar, por exemplo, que o impulso nervoso caminha pelo axônio sempre com a mesma amplitude, medindo a variação dos potenciais elétricos dentro e fora do neurônio. Esta observação é muitas vezes tomada como evidência de que o cérebro possui um “código binário” (embora

restrito ao axônio). Em tal “código”, podemos observar que um estímulo mais intenso produz impulsos com maior frequência, mas de igual amplitude. Isto pode ser chamado de *modulação de frequência*, um termo oriundo das tecnologias de comunicação. Da mesma forma, podemos observar a alta concentração de certa substância no cérebro de pessoas (ou ratos, na maior parte das vezes) que se comportem de maneira, por exemplo, violenta. Todos estes padrões da atividade neural podem ser identificados e descritos com instrumentos matemáticos razoavelmente simples.¹¹⁷ A maior dificuldade do cientista, portanto, estaria em montar adequadamente o experimento de forma a isolar suficientemente sua variável.

Mas e se não forem encontrados padrões? Eles não estão lá, ou apenas não foram vistos por nós?

Difícilmente saberemos responder a este tipo de pergunta. Algo que podemos fazer é tentar de novo, de uma maneira diferente. Uma possibilidade, neste sentido, é buscar padrões cerebrais com instrumentos matemáticos mais elaborados. Padrões que sejam invisíveis aos sentidos e instrumentos de medida, mas que possam aparecer depois de um processamento adequado das informações. Dentre estes padrões mais sutis estão os chamados padrões caóticos.¹¹⁸

Freeman e seus colegas, em vários anos de trabalho, identificaram um padrão caótico no funcionamento do cérebro. Tal padrão não se refere a um neurônio, mas a uma pequena região do tecido cortical, mais especificamente o lobo olfativo de coelhos. O objetivo dos pesquisadores era estudar a questão do reconhecimento de estímulos.

Como sabemos que todas as diferentes cenouras do mundo são cenouras? Melhor dizendo: por que uma pessoa com olfato normal e uma venda nos olhos, ao cheirar uma cenoura, dificilmente dirá “isto é um limão!”? Ou seja: *como conseguimos reconhecer as*

¹¹⁷ Por outro lado, esta análise matemática muitas vezes só é possível com o uso de computadores, dado o gigantesco trabalho de cálculo envolvido. Um cálculo simples o suficiente para que uma pessoa – ou um matemático – possa entender, mas longo o bastante para tornar esta tarefa humanamente impossível.

¹¹⁸ Não esqueçamos que caos é diferente de desordem.

semelhanças entre os objetos da experiência de maneira semelhante? Ou talvez ainda: como esquecemos as diferenças entre as coisas? Por fim, em uma linguagem mais aristotélica: como vamos da espécie ao gênero? Do acidente à essência?

Esta é uma das primeiras questões de qualquer teoria da percepção ou do conhecimento. Trata-se do processo **indutivo-dedutivo**. Restringindo-nos aos seres humanos, parece-nos útil distinguir dois níveis diferentes para sua ocorrência. Em primeiro lugar, o nível *perceptivo*, onde generalizamos a experiência individual em “palavras concretas”, como carro, montanha ou cenoura. Em tal nível existe um certo “consenso natural” entre os seres humanos (saudáveis e “normais”) que falam a mesma língua. O segundo nível, que pode ser chamado de *simbólico*, é onde ocorrem generalizações entre as próprias palavras, concretas ou não. Em tal nível, o consenso não é tão espontâneo, sendo inclusive um dos grandes desafios da ciência.

Dependendo de nossos pressupostos e objetivos, podemos considerar a diferença entre os dois níveis como mais significativa ou menos. Podemos, por exemplo, considerar que o processo de generalizar e particularizar se fundamenta nos mesmos mecanismos, quer ocorra na percepção, quer no simbólico. Neste sentido, estaremos aproximando os dois níveis e considerando-os em conjunto. Esta parece ser a escolha de Walter Freeman.¹¹⁹ Podemos também, por outro lado, argumentar a favor da diferença entre os processos perceptivos e os processos simbólicos, referindo-nos, por exemplo, ao caráter predominantemente hereditário dos primeiros em contraste com os segundos.

Ou seja, uma coisa é perguntar “isto é uma cenoura?”. Algo diferente parece ser requisitado nas questões “a cenoura é saudável?”, “a cenoura é um legume?” ou “você gosta de cenoura?”.

O objetivo inicial de Freeman e seus colegas, segundo entendemos, se encontra no nível da percepção, referindo-se, portanto, à primeira pergunta do parágrafo anterior. Em

¹¹⁹ Isto porque o autor levanta a hipótese de que os mesmos padrões encontrados no lobo olfativo durante

outras palavras, eles estavam em busca de algum padrão cerebral que só ocorresse quando fosse apresentado um certo estímulo. Uma espécie de “correlato” cerebral da “imagem” mental de um certo odor, como o de cenoura, por exemplo. Alguma invariância cerebral que pudesse explicar o fenômeno da invariância perceptiva.

Tal objetivo não parece em consonância com a visão dinamicista que Freeman descreve, onde os cérebros não trabalhariam com representações ou “imagens mentais”. Além disto, a maioria dos trabalhos mais recentes do autor tem objetivos diferentes deste. Por que, então, insistimos em considerá-lo o problema inicial de Freeman? Em primeiro lugar, porque a narrativa de seu livro segue esta ordem, iniciando justamente com a questão da invariância perceptiva. Em segundo lugar, porque encontramos antigos artigos do autor, que revelam seus primeiros resultados:

“Dois tipos de 'burst'¹²⁰ foram identificados. Aqueles com frequências dominantes maiores que 55 Hz tinham um pico espectral dominante estreito, e reprodutíveis padrões espaciais desta amplitude entre subgrupos de 'bursts' relativos ao controle e às condições do odor condicionado CS. Aqueles com frequência dominante menor que 55 Hz eram desordenados; seu espectro era amplo, e seus padrões espaciais de amplitude não reproduziam dentro dos subgrupos. Um ensaio comportamental mostrou que os 'bursts' de alta frequência – e não os de baixa – contém informação específica do odor.”¹²¹

A partir deste trecho podemos fazer duas observações. Em primeiro lugar, os resultados mais recentes de Freeman se fundamentam em grande parte nestas mesmas informações. Em segundo, as últimas palavras sugerem que o autor buscava, como grande parte dos neurocientistas da percepção, aquilo que hoje critica: os mecanismos que permitem ao cérebro processar informação proveniente dos objetos exteriores. Ou seja, os processos neurais que poderiam *representar* certo odor. Mas a representação, para o “Freeman de hoje”, não existe nos cérebros – apenas entre eles. Esta suposta mudança na estratégia do autor seria decorrente, segundo nossa análise, de limitações em seus resultados experimentais.

120 O termo refere-se a um rápido e momentâneo aumento na intensidade das ondas cerebrais, como se fosse um “estouro”.

121 FREEMAN, W. 1986. Relation of Olfactory EEG to Behavior: Time Series Analysis. *Behavioral Neuroscience* 100 (5).

O trecho abaixo, de 1979, reforça (embora apenas sutilmente) a idéia de que o problema inicial de Freeman era buscar invariâncias cerebrais relacionadas à invariância perceptiva:

“O padrão espacial da atividade do EEG na superfície do bulbo olfatório tende a ser invariante com respeito ao 'input' e a mudar para um novo padrão sempre que um animal é treinado a esperar ou procurar um odor particular.”¹²²

Em busca dos mecanismos neurais da invariância perceptiva

Por que é tão comum dizer que existe algo como uma “imagem mental” de cenoura? Podemos dizer isto se nos referirmos a um coelho? Talvez sim, se partirmos da idéia de que coelhos têm mente, e relacionarmos isto à observação de que os coelhos se comportam de maneira semelhante em relação às diferentes cenouras que encontram pelo mundo. Ou seja, um coelho age como se soubesse reconhecer, dentre tudo o que seus sentidos apresentam a cada instante, aquele conjunto variável de estímulos que chamamos tão rotineiramente de “cenoura”. Este fenômeno é chamado também de **invariância perceptiva**.

Além disto, se partirmos da idéia de que há uma intensa simetria entre cérebro e mente, como faz Freeman, podemos inferir que a esta invariância na percepção mental deve corresponder alguma invariância na fisiologia neural. Desta forma poderiam ser justificados os diversos “correlatos cerebrais” de processos mentais encontrados pela neurociência. A filosofia da mente, no entanto, nos oferece outras alternativas como, por exemplo, a “múltipla realização” ou o conceito de **superveniência** – segundo o qual podemos ter um mesmo evento mental sendo possibilitado por um conjunto de diferentes eventos mentais. Assim como diferentes comportamentos humanos podem ter valor moral semelhante.¹²³

122 FREEMAN, W. 1979. EEG analysis gives model of neuronal template-matching mechanism for sensory search with olfactory bulb. *Biological cybernetics* 35(4)

123 KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York.

Como a maioria dos neurocientistas afirma, a idéia de “correlato cerebral” não pode ser confundida com teorias localizacionistas do século XIX. Ao buscar um correlato neural de um odor, não precisamos estar à procura de um lugar delimitado e único, ou mesmo um agrupamento de neurônios. Podemos correlacionar um suposto evento mental com um processo, ou conjunto de processos cerebrais.

Como poderíamos elaborar um experimento para detectar correlatos cerebrais do “odor de cenoura” na suposta mente de um coelho?

Em primeiro lugar, nos termos de Freeman, teríamos que detectar objetivamente a formação do “significado” gerado pela percepção de certo cheiro. Já que o significado, para o autor, é espacialmente limitado ao cérebro como um todo, diversos locais (em teoria, todos) poderiam ser propícios para encontrarmos correlações.¹²⁴ Além disto, partindo da idéia de uma sincronia entre processos cerebrais e mentais, poderíamos identificar o significado temporalmente, e relacioná-lo com eventos cerebrais no mesmo momento. Assim, a pergunta passa a ser: *em que momento o comportamento indica ocorrer a formação interna de significados?*

Para resolver este primeiro problema, Freeman precisava de um animal¹²⁵ que soubesse reconhecer um cheiro específico e expressar algum sinal deste reconhecimento. Mas como saber se um coelho sabe a diferença entre uma cenoura e uma beterraba, se seu comportamento diante de ambas for o mesmo? Afinal, neste caso, poderíamos imaginar que o coelho, ao invés de distinguir entre cenouras, beterrabas e estrume, consegue apenas diferenciar o que comer do que não comer. Além disto, como garantir que todas as cenouras têm o mesmo cheiro para o coelho? É como se perguntássemos a um esquimó “isso é branco?” e ele respondesse “depende do branco”.

124 Estudos recentes confirmam que a eficiência das medidas a partir de múltiplos eletrodos – também utilizados por Freeman – podem não depender do posicionamento preciso dos dispositivos no córtex. NICOLELIS, MA. 2001. Actions from thoughts. *Nature* 409(6818):403-7.

125 Já que a técnica utilizada depende de implantação cirúrgica de eletrodos, Freeman não poderia realizar estes testes em humanos. Esta escolha do autor limita as conclusões de seu estudo, pois animais condicionados podem apresentar fisiologia diferente daqueles que vivem livremente. Principalmente no caso de mamíferos.

Com o propósito de minimizar tais questões, Freeman e seus colegas condicionaram coelhos a reconhecerem odores definidos, como o do óleo de banana. Eram apresentados diversos objetos para o coelho cheirar, um de cada vez. Quando o cheiro fosse de óleo de banana, o coelho recebia um choque logo em seguida. Assim, passado algum tempo, o pequeno mamífero apresentava uma característica reação de atenção caso cheirasse um objeto com óleo de banana.¹²⁶

Isto é o que se observa. Podemos, naturalmente, encontrar diversas explicações para tal fenômeno: 1) o coelho fez tudo isso de forma “automática”, “sem consciência,” pois sua fisiologia foi “evolutivamente moldada” para isso;¹²⁷ 2) o coelho apresenta certo grau de consciência, suficiente para reconhecer bananas e relacionar eventos temporalmente próximos – principalmente se um deles for doloroso; 3) não podemos fazer qualquer inferência sobre as “propriedades subjetivas” do coelho, mas podemos estudar correlações entre cérebro e comportamento. Esta última opção parece constituir-se no “caminho natural” da neurociência, pois evita questões filosóficas embaraçosas. Se este for o caso, no entanto, será preciso explicar o intenso uso de “conceitos mentalistas” - como memória, motivação, significado ou mesmo informação – para descrever a atividade cerebral.

Em busca de padrões caóticos nas ondas cerebrais

Freeman e seus colegas, como vimos, buscavam desvendar os mecanismos neurais da percepção em mamíferos. Com esta finalidade, condicionaram coelhos para reconhecerem cheiro de óleo de banana. Mas como funciona o olfato? Ou melhor, o que sabemos sobre a capacidade de reconhecer odores?

126 FREEMAN, 2000, pg. 75

127 Ou seja: não há mistério algum no coelho. Ele é uma espécie de autômato. O mistério se transfere, assim, para a evolução, que teria criado este belo autômato. Ou quem sabe para alguma “harmonia pré-estabelecida”...

Segundo Axel,¹²⁸ seres humanos podem reconhecer cerca de 10 mil aromas. Para isto, nossa cavidade nasal é revestida por neurônios sensoriais¹²⁹ que apresentam cílios – os dendritos – com receptores de membrana específicos (proteínas). Existe cerca de mil destes receptores nos mamíferos, cada qual expresso por milhares de neurônios. Cada receptor possui um ou mais sítios ativos que se ligam, provavelmente, a mais de uma molécula. Assim, é possível que a especificidade de tais sítios seja relativa a grupos químicos – que são como “elementos básicos” das moléculas. Estudos sugerem, ainda, que cada neurônio sensorial expresse apenas um tipo de receptor.¹³⁰ No entanto, a forma pela qual o cérebro decodifica estes sinais ainda precisa ser esclarecida – Freeman, inclusive, se dedica a isso. Ao que parece, cada um dos mamíferos deveria ser capaz de reconhecer muito mais odores do que normalmente o faz. Isto sugere que, como outros sentidos, o olfato detecta apenas estímulos mais significativos para cada espécie.

128 As informações deste parágrafo foram retiradas de AXEL, R. 1995. The molecular logic of smell. *Scientific American* 273(4):154-9.

129 Criados continuamente a partir de células-tronco.

130 Com base na idéia de que um gene codifica um único receptor. Pois Axel verificou que um neurônio sensorial expressa apenas um gene, enquanto grupos de neurônios expressam centenas de genes.

Vejam, agora, a ilustração 2, retirada do livro de Freeman, que mostra as estruturas cerebrais envolvidas em seus experimentos.

O processo de percepção de um cheiro parece funcionar da seguinte forma. Quando as moléculas do ar se acoplam aos receptores de membrana dos neurônios sensoriais, ocorre a abertura de canais iônicos, gerando o impulso nervoso que se encaminhará, via axônio, ao bulbo olfativo. Este caminho corresponde ao

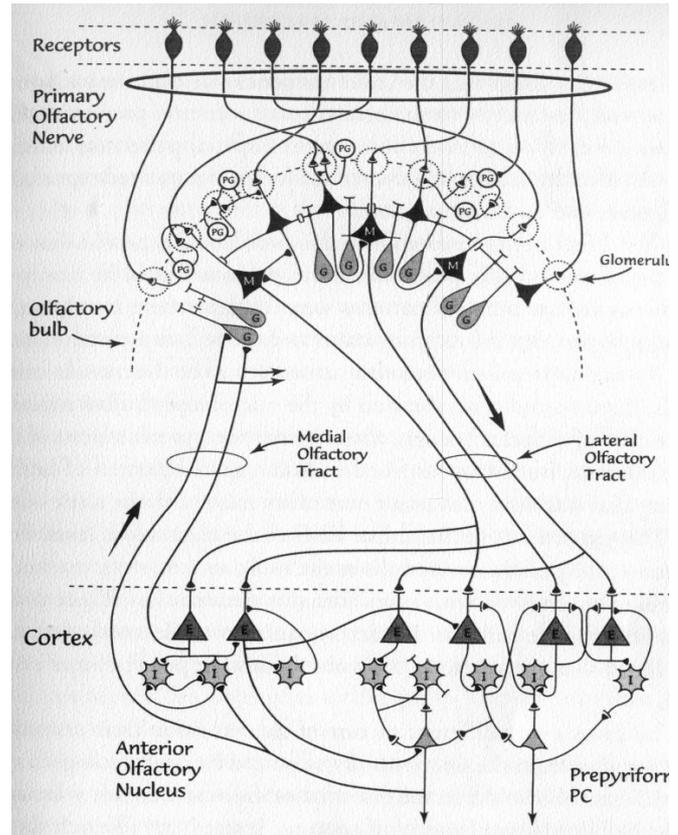


Ilustração 2: Representação do sistema olfatório de mamíferos, retirada de FREEMAN, 2000, pg.69

nervo olfatório primário. Podemos observar que, até aqui, não houve sinapses – cada neurônio sensorial manda um axônio e todos seguem paralelamente no nervo. Ou seja, utilizando a linguagem computacional, até aqui (do nariz ao bulbo) não houve nem perda nem processamento de informação.¹³¹ As relações – entre neurônios e, “portanto”, entre informações – só começam a ocorrer no interior do bulbo olfativo.

Mas como tais impulsos nervosos poderiam transmitir alguma informação sobre odor, se todos têm a mesma amplitude? A frequência do impulso de um único axônio também não parece um substrato adequado para representar mil diferentes receptores (e as combinações entre eles). A questão da *codificação olfativa no nível celular* (que Freeman chama de microscópico) ainda não foi esclarecida pela neurociência, mas é considerada

¹³¹ Isto dos neurônios sensoriais ao bulbo. Afinal, na captação do estímulo exterior pelos neurônios sensoriais pode ocorrer tanto processamento quanto perda de uma suposta “informação em si”.

condição necessária para que a informação captada na mucosa nasal possa ser transmitida fielmente ao bulbo olfatório.

Sendo assim, embora ainda não tenhamos uma hipótese clara sobre como distinguimos os mil diferentes “odores básicos”, talvez possamos investigar a maneira pela qual o cérebro reconhece as diferentes “combinações de odores básicos” que constituem os objetos da experiência, como cenouras ou óleos de banana. Uma solução cada vez mais adotada, neste sentido, é estudar o *processamento de informação na atividade conjunta de neurônios*. É este o caminho adotado por Freeman, em sua busca por padrões neurais mesoscópicos.

Na neurociência, o interesse pelas *relações entre os neurônios* esteve sempre presente. Tal idéia, unida à recente miniaturização da tecnologia, deu origem a uma técnica de medida cerebral cada vez mais utilizada. Trata-se da medida simultânea de muitos eletrodos, o “**Multielectrode recording**”,¹³² uma variação do EEG tradicional. Introduce-se diversos eletrodos no meio extracelular (ou na superfície) do tecido neural e mede-se as variações elétricas ao longo do tempo. Esta técnica permite a detecção de padrões espaciais no EEG (uma medida essencialmente temporal) através da comparação dos sinais provenientes de diferentes eletrodos, cada qual com uma posição definida.

Foi exatamente isto que Freeman e seus colegas fizeram. Selecionaram um quadrado de 4 mm de lado na superfície do bulbo olfativo de coelhos e nele introduziram 64 eletrodos, dispostos em oito colunas e oito linhas. Cada eletrodo medindo as variações no campo elétrico em certo ponto, durante certo tempo. Ao observarmos um quadrado com a atividade simultânea dos 64 eletrodos, teremos uma **medida espaço-temporal da atividade neural**. Esta técnica possui, portanto, alta resolução temporal e alguma resolução espacial. Ela também pode ser utilizada na produção de “marcapassos cerebrais” para controlar ataques

132 Uma interessante revisão desta técnica é encontrada em NICOLELIS, M & RIBEIRO S. 2002. Multielectrode recordings: the next steps. *Neurobiology* 12:602–606

epilépticos,¹³³ ou mesmo para a produção de interfaces homem-computador, como vemos neste artigo publicado em 1991:

“Nós treinamos pessoas normais para usar o ritmo mu de 8-12 Hz registrado no escalpo ao redor do sulco central de um hemisfério para mover um cursor do centro de uma tela de vídeo para um alvo localizado no limite superior ou inferior. ... amplitudes maiores moviam o cursor para cima e as menores ... para baixo. Em várias semanas, as pessoas aprenderam a mudar a amplitude do ritmo mu rápida e acuradamente. ... Os parâmetros que traduziram as amplitudes do ritmo mu para movimentos do cursor foram derivados de análise da distribuição de amplitudes ... O uso destas distribuições foi uma característica distinta deste estudo e o fator chave no seu sucesso.”¹³⁴

Este estudo pode ter sido traduzido na grande mídia como algo do tipo “cientistas criam computador que lê pensamentos”. O que reflete, dentre outras coisas, o grande espanto que este tipo de tecnologia provoca. De fato, por mais que estejamos acostumados a encontrar correlações entre o cerebral e o mental, não é trivial aceitar a existência de uma máquina capaz responder coerentemente às nossas vontades supostamente privadas.¹³⁵ Será que já chegamos no futuro? Ou será que estamos apenas montando novos espetáculos para óperas antigas? Estas são questões de difícil abordagem.

Walter Freeman, por sua vez, fez descobertas menos “espetaculares” para o leitor comum que, no entanto, são consideradas, pelo autor, evidências da necessidade de mudança no paradigma atual da neurociência, a metáfora computacional.

Vejamos, então, a seqüência de eventos que se repetia no experimento do autor. Em primeiro lugar, o coelho inala o ar. Este é o ponto zero objetivamente identificável. Antes deste ponto, o tecido neural se encontra no que podemos chamar de **estado de repouso** - onde ocorre um nível basal de atividade neural aperiódica.¹³⁶ Logo depois da inalada,

133 NICOLELIS, MA. 2001. Actions from thoughts. *Nature* 409(6818):403-7

134 Como veremos a seguir, a metodologia utilizada por este grupo apresenta semelhanças interessantes com a de Freeman, como a importância da distribuição de amplitudes na identificação cerebral de um “evento mental”. O trecho retirado de: WOLPAW, JR. MCFARLAND, DJ. NEAT, GW. AND FORNERISA, CA. An EEG-based brain-computer interface for cursor control. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Volume 78, Issue 3.

135 Claro que, para isto, os sujeitos trabalharam intencionalmente neste sentido, visando “expressar suas vontades” em termos do movimento do cursor no vídeo. O que, no fundo, parece revelar uma impressionante capacidade do cérebro de moldar-se às necessidades e intenções do sujeito - ao menos no aspecto da distribuição de amplitudes no ritmo mu.

136 FREEMAN, 2000, pg. 71. Segundo o autor, “o tecido bulbar mostra contínua atividade de fundo com aperiódicos, e portanto imprevisíveis, formatos de ondas”

observa-se uma alteração desordenada¹³⁷ (burst) na atividade neural do coelho. Esta primeira alteração vai, com o tempo formando um padrão espaço-temporal detectado apenas através de intensa análise computacional. Este padrão seria, na linguagem dos sistemas dinâmicos, um **estado atrator**; como o fundo de uma bacia para o qual uma bola tende a se mover (tal bacia, no entanto, poderia mudar sua forma).

Mas o que foi observado na atividade neural? Em uma primeira análise dos dados obtidos, nenhum padrão significativo foi detectado. Ou seja: não foi encontrado, na atividade do bulbo, nada que se correlacionasse com o cheiro de óleo de banana. O problema da invariância perceptiva permanecia intocado.

Uma análise matemática revelou, no entanto, certa semelhança entre as 64 diferentes ondas registradas. Isto porque uma onda complexa pode ser transformada – através da decomposição de ondas – na soma de diversas ondas mais simples. Para compreendermos isto, basta imaginar que em um único sulco¹³⁸ de um disco de vinil pode caber tanto a gravação de um violino quanto a de uma orquestra. Com este método,¹³⁹ cada uma das 64 ondas medidas foi decomposta em ondas mais simples. Uma comparação entre estas “sub-ondas” permitiu a detecção de uma “onda comum”, ou seja, uma “sub-onda” que era encontrada nos 64 registros. Esta “onda comum” foi considerada, por Freeman, a evidência de uma espécie de “consenso” entre os neurônios do bulbo olfativo.¹⁴⁰ Ela seria gerada a partir das extensas conexões entre os neurônios de projeção do bulbo¹⁴¹ e levaria informações importantes para outras partes do cérebro. Ou seja, ela seria uma “**onda portadora**”, como as

137 Desordenada, possivelmente, pelo fato de que os receptores estão dispostos aleatoriamente na superfície nasal e, por não haver sinapses no nervo olfatório primário, o padrão espacial de ativação dos neurônios do nariz se repete, em alguma medida, no tecido bulbar.

138 Na verdade, para produzir um som etéreo, o vinil acaba sintetizando duas ondas diferentes, uma em cada “margem” do sulco.

139 A decomposição de ondas é normalmente feita através da transformada de Fourier, que resulta em diversas ondas senoidais de diferentes frequências, cada qual com certa “amplitudes”.

140 Uma questão que podemos fazer é: era possível encontrar mais de uma onda comum? Para responder tal questão, é necessário um conhecimento mais aprofundado dos procedimentos matemáticos utilizados, ou mesmo testes experimentais especialmente voltados a este fim. É possível, ainda, que este controle experimental tenha sido feito por Freeman, mas não foi encontrada nenhuma referência neste sentido.

141 FREEMAN, 2000, pg. 72

ondas de rádio que transmitem informações da fonte para os receptores.

A relação entre a “onda portadora” (calculada) e as 64 ondas registradas se assemelha, na descrição de Freeman, à relação entre todo e partes nomeada de causalidade circular. As ondas registradas “*causariam*” a onda comum pois são a base material de sua existência. Uma idéia de causa que mais se assemelha à de causa material, ou mesmo o conceito de realização descrito por Kim.¹⁴² A onda comum, por sua vez, “*causaria*” as outras porque influencia o comportamento de cada uma delas – sendo agora uma espécie de causa formal, a modulação das partes pelo todo. Este poder de influência, segundo podemos entender, depende da amplitude relativa da onda portadora em relação às outras, uma informação que pode ser representada no espectro de potência. Assim, Freeman parece ter encontrado um mecanismo neural que se fundamenta na causalidade circular – dado que sua concepção de “causa” se relaciona a uma “explicação” qualquer, não necessariamente à causa eficiente. Afinal, nesta última há o “fechamento causal”, além da separação temporal entre causa e consequência, inexistente na relação entre a onda portadora e as diversas ondas registradas.¹⁴³ Ou seja: se partirmos do pressuposto de que a causa precede a consequência, não podemos dizer que a alteração nas ondas registradas causou algo na onda comum, nem o contrário. Afinal, a sincronia entre os dois níveis é instantânea,¹⁴⁴ estando mais próxima do paralelismo psicofísico - ou mesmo da idéia de “superveniência”¹⁴⁵ - do que de uma “causalidade circular”. Claro que, segundo Freeman, precisamos reformular nossa concepção de causalidade, o que pode tanto refletir uma coerência interna do autor quanto uma dificuldade de acesso às suas idéias partindo dos paradigmas atuais da neurociência.

142 O físico realizaria o mental, neste caso, no sentido descrito por Kim, onde “*a idéia de que as propriedades mentais são “realizadas ou “implementadas” por propriedades físicas leva consigo uma certa imagem ontológica das propriedades mentais como derivativas e dependentes*”. Em KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York. Pg. 313.

143 A não ser, é claro, que considerássemos os diferentes momentos nos períodos de teste, saindo dos “instantes” e indo para a “duração”. Neste sentido, talvez a onda portadora esteja mais presente nos últimos instantes de eventos objetivamente recortados no tempo.

144 Podemos inferir que seja uma sincronia instantânea pois um dos elementos é um cálculo, *a posteriori*, feito a partir dos outros.

145 KIM, 1993.

De qualquer forma, embora a onda comum fosse uma descoberta interessante, ela nada parecia indicar a respeito do odor percebido pelo coelho. Ou seja, não era possível estabelecer correlações significativas, como por exemplo um “formato” específico da onda que só ocorresse com o óleo de banana. Por outro lado, até este momento, apenas as informações temporais e elétricas foram aproveitadas. O uso de informações espaciais seria fundamental para que Freeman e seus colegas pudessem encontrar um padrão de atividade cerebral que ocorresse “sempre”¹⁴⁶ que o mesmo odor fosse inalado.

Os padrões espaciais de modulação em amplitude (MA)

A ilustração 3 nos mostra, à esquerda, 64 ondas, cada uma de um eletrodo, dispostas num quadrado de 8X8 que corresponde ao dispositivo implantado no cérebro das cobaias. Ela foi retirada do livro de Freeman, e em sua legenda o autor escreve:

“Cada 'burst' teve a mesma forma caótica de onda em todo lugar na janela e ao longo do bulbo ... As frequências portadoras ... variam numa faixa entre 20 a 100 Hz”.

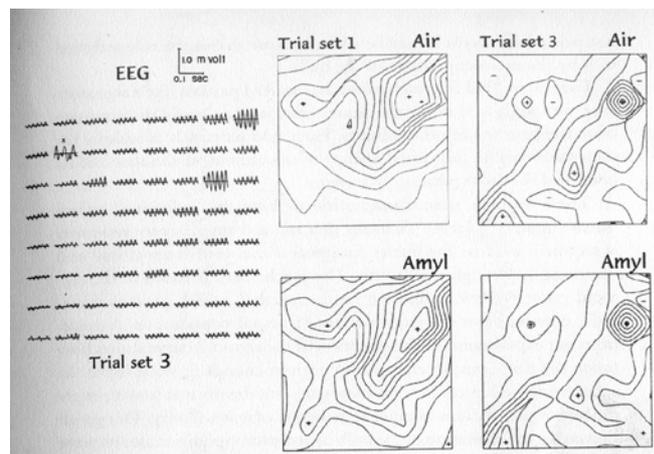


Ilustração 3: padrões espaciais de modulação em amplitude encontrados por Freeman (padrões MA). Os EEGs foram filtrados no ritmo gama, representando as diferentes amplitudes da “onda portadora” para cada eletrodo. À dir. estão os mapas de relevo feitos a partir deste tipo de dado. Neste caso, o mapa superior direito. (FREEMAN, 2000, pg. 73)

Em uma primeira leitura, temos a impressão de que as 64 ondas no lado esquerdo da ilustração são registros diretos do EEG. Ao observarmos, no entanto, descrições mais recentes dos padrões de modulação em amplitude,¹⁴⁷ observamos que Freeman obtém estas ondas através da filtragem matemática (Fourier) de cada um dos 64 EEG originais.

146 Este “sempre”, como veremos, tem uma duração limitada

147 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1):3-30

Neste estudo, é utilizado um filtro de banda (como aqueles que usamos nos equalizadores para deixar o som mais agradável) que deixa passar apenas as frequências gama ou beta, dependendo do caso – o que resulta, a grosso modo, nesta variação entre 20 e 100 Hz da citação anterior.

Partindo destas considerações, o que as ondas à esquerda da ilustração 3 representam? A amplitude das oscilações em uma estreita faixa de frequências, que pode ser revelada como um pico no espectro de potência ou através de análises mais complexas.¹⁴⁸ Ou seja: as ondas revelam a intensidade com que cada um dos pontos está oscilando em determinado ritmo. Assim, a existência de uma onda portadora aperiódica¹⁴⁹ parece revelar uma atividade conjunta dos neurônios bulbares no ritmo gama.

Esta atividade conjunta, a oscilação em certo ritmo comum, apresenta uma distribuição heterogênea no espaço. Como podemos observar - ainda no lado esquerdo da ilustração - embora a forma da onda não varie muito¹⁵⁰ de um eletrodo para outro, sua amplitude varia significativamente. Existe assim, em certa faixa de frequências, áreas oscilando intensamente, outras apenas suavemente. Freeman descreve, então, o padrão espacial desta atividade em mapas de amplitude. Em outras palavras, uma medida da *distribuição espacial da amplitude da frequência portadora*. Esta distribuição é representada pelo autor através de “mapas de relevo”, onde os picos correspondem aos eletrodos com “maior presença” da onda portadora. Quatro destes mapas são mostrados na figura acima. Como se pode observar, as 64 ondas foram representadas pelo mapa do canto superior direito. Podemos interpretar, a partir da escala fornecida na figura, que este padrão foi observado numa duração em torno de 0,1 segundos.

Estes são os chamados “**padrões de modulação em amplitude**”¹⁵¹ (padrões

148 Idem.

149 Pois, segundo entendemos, se a onda portadora for periódica, poderemos considerá-la como um “efeito colateral” de um filtro de banda muito estreito, que deixe passar justamente a frequência da suposta onda portadora.

150 Freeman marca com um X o “eletrodo controle”, proveniente de outra área do cérebro.

151 Do inglês “*amplitude modulation pattern*”, ou simplesmente “*AM pattern*”.

MA), observados por Freeman e seus colaboradores, que podem se constituem numa nova forma de se medir a atividade cerebral. Isto porque eles puderam ser correlacionados com a percepção de um determinado objeto externo. Ou seja: embora a *forma* da “onda comum” não dissesse nada a respeito do estímulo, a *distribuição espacial de amplitude* da “onda comum” se tornava previsível depois do processo de condicionamento. Processo este que “intensifica o significado”¹⁵² de certo estímulo, para que ele seja detectável no cérebro – afinal, tal órgão seria essencialmente um construtor de significados. Esta parece ser a leitura mais coerente dos escritos do autor.

De qualquer forma, esta medida é, por um lado, difícil de ser feita e compreendida, mas por outro lado apresenta características interessantes. Isto porque, segundo o autor: 1) como já vimos, os padrões podem ser correlacionados ao odor inalado pelo coelho; 2) eles sintetizam informações elétricas, temporais e espaciais, embora esta última dimensão não apresente resolução tão refinada;¹⁵³ 3) a formação de tais padrões pode confirmar – ou revelar – hipóteses sobre mecanismos e estruturas neurais; 4) eles se referem ao tecido nervoso, não a um neurônio isolado, o que é fundamental na medida em que consideramos a fisiologia cerebral a partir da ação conjunta de muitos neurônios; 5) as vias neurais que conectam o bulbo ao córtex seriam capazes de “filtrar” as informações, de forma a realçar os padrões MA e reduzir os outros sinais.

Mas o que Freeman quer dizer com **modulação**?

Este termo, segundo podemos entender, refere-se à *modificação de certo substrato físico que permite a transmissão de informação através dele*, assim como ocorre nas transmissões de rádio. O substrato físico, no caso, é a onda portadora. A informação

152 Idéia que se torna evidente no uso termo “meaningful” em alguns estudos que buscam analisar quantitativamente algo relacionado ao significado. Trata-se de uma análise do tipo “mais cheio ou mais vazio”, sem se saber ao certo o conteúdo com o qual se está enchendo algo.

153 Podemos correlacionar os processos mentais tanto a *regiões* do cérebro quanto a *momentos* de sua atividade. Se partirmos da idéia, no entanto, de que a “regionalização” não é tão intensa, parece ser mais interessante investir nossos esforços em aumentar a resolução temporal do experimento. Isto, claro, dependendo dos objetivos e métodos disponíveis.

significativa, por sua vez, está na dimensão espacial, pois apenas os “mapas de relevo” (padrões MA) puderam ser correlacionados ao odor. A onda portadora não possuiria qualquer informação significativa, se não estivesse presente de forma heterogênea no espaço da superfície bulbar. Assim, podemos dizer que a amplitude da onda portadora é modulada espacialmente para conter/transmitir/incorporar um certo tipo de informação – para Freeman, o significado.

Assim, embora o autor se utilize de uma metáfora comum na neurociência, herdada da tecnologia da informação, seu objeto central não é uma unidade, como o neurônio ou o potencial de ação, mas uma certa coletividade. Afinal, os padrões MA são, dada sua dimensão espacial, uma propriedade de certa porção do tecido bulbar, resultante da atividade conjunta de muitos neurônios. O fenômeno parece constituir-se num robusto exemplo de formação de propriedades emergentes a partir das interações dentro de um sistema – ou seja, de auto-organização. Robusto porque, dentre outros motivos, Freeman conseguiu simular matematicamente os resultados obtidos do bulbo, elaborando um modelo baseado em equações diferenciais. Segundo Eliasmith:

“O modelo do bulbo olfativo de Skarda e Freeman é um dos poucos modelos bem-desenvolvidos que os dinamicistas clamam como seus. Muitos autores, incluindo van Gelder, Globus, Barton e Newman citaram este trabalho como uma forte evidência do valor da modelagem da cognição em sistemas dinâmicos.”¹⁵⁴

Voltemos, agora, à ilustração 3. Se observarmos novamente os quatro mapas de relevo, veremos que eles não são iguais. Os dois mapas da linha de cima referem-se às condições pré-estímulo, enquanto os dois de baixo correspondem a uma inalada de amila. A primeira coluna, por sua vez, se refere ao teste 1, enquanto a segunda ao teste 3. Curiosamente, numa olhadela rápida, temos a impressão de que os mapas são mais parecidos quando estão no mesmo teste do que quando referem-se ao mesmo odor. Onde estaria a

¹⁵⁴ Para Eliasmith, no entanto, o modelo pode ser considerado como conexionista, o que contribui para sua tese de que o dinamicismo ainda não chegou a se tornar um paradigma alternativo para as ciências cognitivas. ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*. Vol. 9 No. 4 pp. 441-463.

correlação entre cerebral e mental? Este parece ser o caso em que uma olhadela rápida pode não ser suficiente para a observação de padrões sutis. Assim sendo, parece esclarecedor observarmos as quatro figuras para compreendermos um pouco melhor a diferença entre padrões claros e padrões mais sutis – como os chamados padrões caóticos.

Chegamos então ao ponto central. Os sutis padrões de modulação em amplitude observados por Freeman resolviam o problema da invariância perceptiva no olfato? Ou seja: a correlação encontrada resistiria a novos testes experimentais com condições diferenciadas?

Correlações e variâncias

Podemos perguntar, por exemplo: existem diferentes padrões MA para diferentes odores? Nesta linha, Freeman e Baird¹⁵⁵ condicionaram ratos para discriminarem dois odores e, com o tempo, cada odor passou a apresentar um padrão de modulação em amplitude próprio. Ou seja, os pesquisadores encontraram uma *correlação entre “certo estímulo” e “certa atividade cerebral”*. No entanto, o processo de “aprender a discriminar” os dois estímulos se fundamentava na diferença de efeitos entre o reforço e a punição (efeitos como o “significado interno” e o comportamento).¹⁵⁶ Em suma, um dos dois odores era um estímulo condicionado CS+ e o outro CS-.

Aparentemente, portanto, os padrões MA não se correlacionam ao odor, mas a uma certa forma de condicionar o animal ao odor. Assim, o fenômeno descoberto por Freeman poderia constituir-se tanto num efeito da percepção quanto numa consequência do condicionamento. Ou ambos.

155 Note que são apenas dois odores, pois o método de discriminação utilizado por Freeman pressupõe a diferença de respostas entre estímulos condicionados positivamente e negativamente. FREEMAN, WJ, BAIRD, B. 1987. Relation of olfactory EEG to behavior: spatial analysis. *Behavioural Neurosciences* 101(3):393-408.

156 Dois conceitos cuja relação se assemelha ao princípio pragmático segundo o qual os significados dos conceitos são definidos a partir dos seus efeitos.

Como estas hipóteses poderiam ser testadas? Uma das maneiras seria “variar” métodos de condicionamento mantendo os estímulos iguais. Poderíamos também fazer o oposto. A partir daí, poderíamos começar a tecer algumas generalizações. Vejamos novamente o resultado deste experimento: *foi encontrada uma correlação entre atividade neural e odor condicionado em certo grupo de mamíferos condicionados*. Que generalizações poderiam ser feitas através do raciocínio indutivo?

- a) Estas correlações sempre ocorrerão nestes indivíduos, enquanto estiverem sendo condicionados;
- b) estas correlações sempre ocorrerão nestes indivíduos;
- c) estas correlações ocorrem em ratos;
- d) estas correlações ocorrem em mamíferos.

O que permitiria, logicamente, uma dedução:

- e) estas correlações ocorrem em humanos.

Este seria um raciocínio possível se, ao menos, a segunda proposição tivesse sido confirmada. No entanto, como vemos na ilustração 4, se as regras do condicionamento se alterassem, os padrões MA também se alteravam. O que nos afastaria da “resposta cerebral” ao “problema mental” da invariância perceptiva.

Na figura ao lado, Freeman descreve as transformações no padrão MA detectado na faixa gama do EEG.

O padrão neural (C) foi correlacionado ao cheiro de serragem. Para isto, como vimos, os experimentadores condicionaram os animais, treinando-os a reconhecerem este odor. Depois eles repetiram

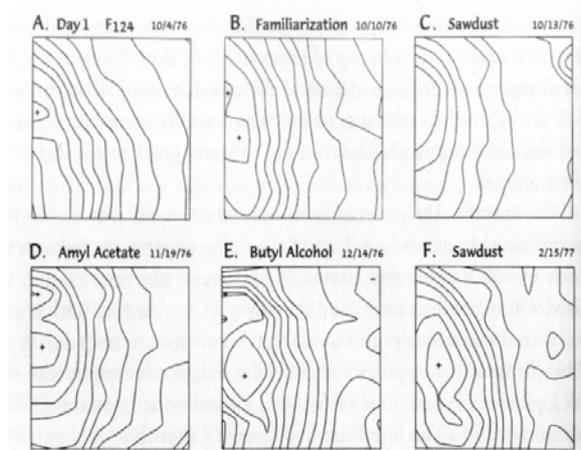


Ilustração 4: Os padrões MA inicialmente correlacionados ao odor de serragem (C) mudam (F), se os coelhos forem condicionados a outros odores (D) e (E). FREEMAN, 2000. pg. 78

o treinamento, nos mesmos animais, com outros odores, obtendo os padrões correlacionados ao acetato de amila (D) e ao álcool butil (E). Freeman se surpreendeu, no entanto, quando observou que a serragem já não gerava mais os mesmos padrões de antes (F).

Esta surpresa descrita no livro marca, segundo pudemos entender, uma mudança no pensamento do autor. Afinal, depois de tanto esforço para desvendar o mistério da invariância perceptiva, pouco se havia caminhado neste sentido. Isto porque *os padrões MA não seriam consequência direta de um estímulo, mas de um processo de condicionamento a este estímulo.*

Melhor dizendo, os padrões MA estão relacionados tanto a um determinado estímulo olfativo quanto a uma certa forma de condicionamento. Como se pode interpretar estes resultados?

Freeman optou pelo seguinte caminho:

“Estes achados mostram que as estruturas dos padrões MA dependem da história enterrada no tecido nervoso pelas modificações sinápticas durante o aprendizado e não no estímulo individual... Esta incorporação do significado nos padrões MA ... (é uma das bases) da dinâmica da intencionalidade”¹⁵⁷

Ou seja, o autor parece ter abandonado sua busca pela neurodinâmica da invariância perceptiva – onde “**representações invariantes**” teriam seu papel garantido – adotando agora a tese de que o cérebro trabalha apenas com **significados**. Além disto, Freeman propôs uma possível base cerebral para a formação do significado, descrita na linguagem da neurodinâmica. E o cérebro, como sabemos, é um sistema dinâmico - o que parece fortalecer sua tese.

O que isto significa? Os padrões MA estariam relacionados à percepção ou ao condicionamento? Ao que parece, Freeman considera que ambos podem ser incluídos na idéia de significado. Isto explicaria porque estes padrões podem ser correlacionados tanto ao estímulo olfativo quanto ao método de condicionamento.

¹⁵⁷ Esta dinâmica da intencionalidade refere-se à própria teoria do autor. Trecho retirado de FREEMAN, 2000, pg. 78. Grifo nosso.

Terá sido esta opção um “avanço conceitual”? Será este mais um elemento descoberto no crescente paradigma dinamicista? Poderá esta abordagem nos dar pistas sobre os mecanismos da consciência? Vamos com um pouco mais de calma...

*

Em síntese, o padrão espacial de modulação em amplitude é, para Freeman, uma importante medida da atividade em massa de neurônios, principalmente por sua correlação temporária com estímulos condicionados. Recentemente, o autor identificou outras propriedades destes padrões, denominando o conjunto de “*pacote de onda*”.¹⁵⁸ Este fenômeno tem, para Freeman, importância análoga a do potencial de ação, sendo a modulação em amplitudes, ainda, sua propriedade informacionalmente mais significativa (ver respectivo capítulo). Antes de compreendê-lo, porém, precisamos conhecer melhor os mecanismos cerebrais que possibilitariam a existência dos padrões MA.

Vejamos, por fim, mais duas interessantes propriedades que o autor identifica nos padrões de modulação em amplitude:

*“cada coelho tinha um padrão MA como uma assinatura que, embora nunca seja a mesma, nós podemos facilmente discriminar dos padrões de outros coelhos”*¹⁵⁹

*“mesmo em condições experimentais controladas e estímulos invariantes, a constância dos padrões para cada classe de odores durava apenas poucos dias ... Essa mudança parece depender em parte do firme crescimento de axônios e dendritos no tecido nervoso”*¹⁶⁰

Notemos que esta última propriedade do tecido neural, sua inerente plasticidade, pode se constituir num grande obstáculo para aqueles que buscam correlações precisas, robustas e duradouras entre o cerebral e o mental. Neste sentido, talvez estejamos caminhando para o que Kim chamou de “*redução local*” dos termos mentais aos termos físicos.¹⁶¹ O que poderia, por sua vez, nos suscitar uma questão: muitas “reduções locais” não

158 Ver capítulo “modulação de fase e “pacotes de onda”.

159 FREEMAN, 2000. pg 74.

160 Idem, pg 76.

161 KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York. pg. 328.

podem se tornar uma “ampliação” na explicação de certo fenômeno?

Sujeito ou corpo?

Antes de prosseguir, apenas para suscitar a reflexão, podemos sugerir outro possível significado para a detecção de padrões MA em animais condicionados. Este significado partiria da premissa de que o cérebro é parte do corpo, ao invés de ser uma espécie de “sujeito incorporado”, como parece ser o “paradigma dominante” na neurociência. Vejamos os dois argumentos, de forma bastante simplificada.

Se o cérebro é o “sujeito incorporado”;

se os significados “estão no” sujeito;

se o condicionamento aumenta o significado do estímulo condicionados;

e se foram detectados padrões MA como resposta a estímulos condicionados;

então os padrões MA são os portadores do significado.

Alternativamente, portanto, poderíamos formular o seguinte argumento:

Se o cérebro é parte do corpo;

se os significados “estão no” sujeito;

se o condicionamento restringe as respostas do corpo ao estímulo condicionado;

e se foram detectados padrões MA em resposta a estímulos condicionados;

então os padrões MA decorrem da restrição da atividade cerebral provocada

pelo condicionamento.

Existiria, na prática, alguma diferença significativa entre as duas concepções? Talvez seja melhor deixar esta questão de lado e buscar compreender, antes de mais nada, as causas deste curioso fenômeno.

Como o cérebro geraria estes padrões caóticos?

Em primeiro lugar, precisamos saber a origem das ondas cerebrais. Porque o EEG apresenta ondas? Estudos feitos em cachorros demonstram que cérebros isolados produzem ondas cerebrais. Além disto, a origem do ritmo alfa em cachorros acordados parece ser o córtex – segundo medidas feitas com a já citada técnica de registro intra-cranial de múltiplos eletrodos. Foram identificados, também, alguns neurônios talâmicos com propriedades oscilatórias – entre 4 e 10Hz – que poderiam funcionar como “marcapassos” das ondas cerebrais. No entanto, os núcleos talâmicos parecem não ser capazes de produzir oscilações quando são desconectados dos neurônios do núcleo reticular. Isto sugere que o núcleo reticular tem uma papel importante na formação das ondas cerebrais, provavelmente através de relações de Feedback com o tálamo. Assim, o nível celular parece insuficiente para explicar a origem das ondas cerebrais. No nível macroscópico, as conexões entre córtex, tálamo e núcleo reticular¹⁶² parecem, portanto, parecem ser parte fundamental do mecanismo gerador de ondas cerebrais.¹⁶³

Além disto, as oscilações também podem ser geradas independentemente em várias regiões do cérebro, o que explicaria a complexidade das ondas encontradas em EEGs. Ou seja: uma onda registrada no Eletroencefalograma é, na verdade, a medida de muitas oscilações cerebrais formadas em diferentes regiões do tecido neural. Assim, diferentes

162 Não confundir o núcleo reticular do tálamo com a formação reticular do bulbo cerebral.

163 As informações deste parágrafo foram retiradas de SILVA, F. L. 1991. Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 79: 81-93

lugares do campo elétrico cerebral geram, no ponto onde se localiza certo eletrodo, um tipo de “soma”; o que justificaria o sucesso do método de decomposição de ondas utilizado por Freeman e tantos outros autores. Assim, a existência da chamada “onda portadora” significa certo grau de coerência entre as ondas medidas nos diferentes eletrodos, sugerindo algum nível de atividade neural compartilhada no tempo – frequência portadora comum – e diferenciada no espaço – padrões MA.

Que mecanismos estariam por trás desta atividade coletiva? O que explicaria a existência de uma onda comum entre os neurônios? Como seria gerado o tal “consenso” do bulbo olfativo?

Neste capítulo investigaremos mecanismos da neurodinâmica que podem nos ajudar a obter algumas respostas.

Formação da onda portadora, integração e “aprendizado”

A onda portadora teria sua origem em três fatores: a alta quantidade de sinapses no tecido bulbar, as largas ramificações dos neurônios de projeção, e o princípio da soma e subtração de ondas. Segundo este princípio, duas ondas iguais (ou com sincronia de fase) quando somadas, geram uma onda de maior amplitude. Do mesmo modo, duas ondas exatamente opostas (ou com fases invertidas) quando somadas, se anulam; não geram sinal algum.

Generalizando este princípio, podemos inferir que uma estrutura onde diversas ondas sejam somadas de maneira “democrática” - cada qual contribuindo de forma potencialmente igual para a formação do todo – deve amplificar as semelhanças entre as ondas e reduzir suas diferenças. Ao final do processo, tal estrutura apresentaria uma oscilação, compartilhada em alguma medida, que poderia ser considerada uma síntese de todas as semelhanças amplificadas. É neste sentido que Freeman considera a onda comum um

“consenso” entre os neurônios do bulbo, uma onda portadora de significado. Como se daria esta “soma democrática de ondas” no tecido nervoso? Isto seria relativamente fácil de se explicar, ao menos em termos genéricos, dado que a onda de certo impulso nervoso percorre a membrana de alguns neurônios, onde pode encontrar-se com outras. Neste encontro, devido às interações eletroquímicas, as ondas se somariam.¹⁶⁴ Assim como se somam as ondas do mar geradas por dois barcos diferentes. Esta interação ocorre principalmente nos dendritos, gerando ondas que percorrem a superfície celular até o cone axônico, de onde poderá ou não ser emitido um potencial de ação de “output”.

Sendo assim, com o princípio da soma de ondas temos uma forma de explicar a integração de informações provenientes da atividade das diferentes regiões do tecido do bulbo olfativo. Mas tal princípio, isoladamente, não explicaria a existência de padrões nos mapas de relevo. Mais ainda, não explicaria a mudança destes padrões observada, como vimos, caso o animal fosse condicionado a um cheiro diferente.

Por que os padrões MA mudariam com o tempo?

Como podemos observar voltando à ilustração 2, os neurônios de projeção do bulbo¹⁶⁵ estão espalhados pelo tecido e, além disto, cada um deles recebe sinais de outras regiões graças aos feixes horizontais presentes. As sinapses existentes entre neurônios do bulbo olfativo podem se modificar conforme a teoria de Hebb, publicada nos anos quarenta, e conhecida como princípio da **facilitação sináptica**: “*a transmissão de informações entre dois neurônios deveria ser facilitada e tornar-se estável quando ocorresse sincronia entre os disparos do primeiro e do segundo neurônio.*”¹⁶⁶ Trata-se, na verdade, de uma idéia antiga da filosofia,¹⁶⁷ que apresenta uma curiosa simetria com a fisiologia neural. Ou seja, da próxima

164 Esta “soma natural”, que ocorre devido às propriedades físico-químicas das membranas dos neurônios, pode ser considerada uma espécie de cálculo sem números, o chamado cálculo analógico

165 Neurônios de projeção são aqueles que enviam sinais de uma região do cérebro para outra. Na figura, são os que enviam axônios pelo trato olfatório lateral e estão marcado com a letra M.

166 Este teria sido o raciocínio de Hebb na formulação de sua teoria, antes mesmo de se ter certeza de que as sinapses existiam. LENT, R., 2002. *Cem Bilhões de Neurônios*. Atheneu, Rio de Janeiro. pg. 147.

167 Presente, por exemplo, em Espinosa, na proposição XVIII da segunda parte de *Ética*: ESPINOSA, B. 1973. *Ética*. In Os pensadores, ed. Abril, São Paulo.

vez que um destes neurônios for ativado, o outro tenderá a se ativar também, pois o impulso passará com mais facilidade na sinapse modificada.¹⁶⁸ Este mecanismo é muitas vezes associado à capacidade de aprendizado “do cérebro”, e se constitui numa das bases da plasticidade neural.

Sendo assim, temos uma série de mecanismos possivelmente capazes de gerar os efeitos observados por Freeman, embora seja *difícil imaginá-los funcionando ao mesmo tempo*. Esta dificuldade ocorre também quando tentamos compreender o metabolismo de qualquer animal, buscando unificar as diversas vias metabólicas em uma única rede coerente.¹⁶⁹ Tal esforço pode resultar em enormes fluxogramas que, embora incompreensíveis no todo, podem nos ajudar a resolver problemas, assim como o mapa de uma grande cidade nos ajuda a percorrê-la no dia a dia.

um modelo “mesoscópico” para as ondas cerebrais

Na base da formação dos padrões MA estão, podemos supor, os mecanismos responsáveis pela formação das ondas cerebrais. Como vimos, existem fatores microscópicos e macroscópicos relacionados a isto, como os neurônios oscilantes do tálamo e as conexões córtico-talâmicas. Freeman considera o nível intermediário como fundamental para a formação das ondas cerebrais; o das relações entre muitos neurônios.

O nível mesoscópico do cérebro, segundo o autor, pode ser adequadamente descrito com os termos da teoria dos sistemas dinâmicos – como o já mencionado “estado atrator”, que pode inclusive ser um “ciclo atrator”. As ondas do EEG refletem a existência de ciclos no campo elétrico do cérebro. Vejamos como isto pode ocorrer, segundo Freeman.

168 Tal facilitação pode ser explicada com base na mudança de propriedades celulares, como a diferença de potencial no potencial de repouso ou o aumento no número de receptores na sinapse.

169 Dificuldade que pode servir de argumento, inclusive, para enfraquecer a importância da seleção natural no processo evolutivo, como vemos em BEHE M. 1997 *A caixa preta de Darwin: o desafio da Bioquímica à teoria da evolução*, Jorge Zahar. Este livro, como é comum no discurso contemporâneo, apresenta críticas pertinentes, mas propostas pouco esclarecedoras.

Em primeiro lugar, para trabalharmos no nível mesoscópico, é necessário saber como os neurônios se relacionam.

Vejamos os tipos de conexões representadas na ilustração 5. São todas relações de feedback, um conceito bastante utilizado na cibernética, na biologia e no estudo de sistemas dinâmicos. A tradução mais próxima é retroalimentação, ou seja: *dado um elemento A que age sobre B, o feedback é a ação de B sobre A que ocorre devido à ação anterior de A sobre B.*

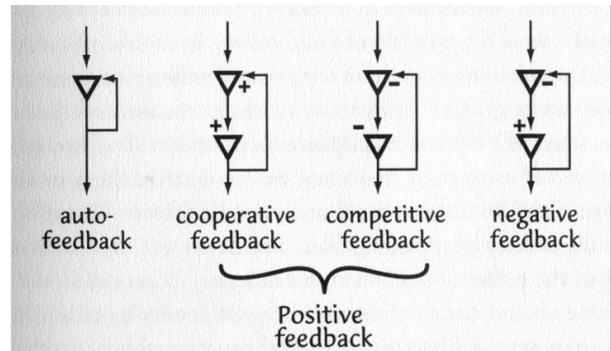


Ilustração 5: Alguns tipos de feedback entre neurônios. Os sinais indicam a natureza de cada sinapse, excitatórias (+) e inibitórias (-)
 FREEMAN, 2000, pg. 49

No fundo, o feedback é uma maneira de descrevermos **relações causais circulares** (em um sentido diferente da causalidade circular anteriormente descrita). É uma maneira, também, de imaginarmos processos auto-regulatórios, dado que A pode receber continuamente informações a respeito das conseqüências de suas ações. Neste raciocínio, no entanto, estamos pressupondo uma certa “inteligência”¹⁷⁰ em A (ou uma “pré-programação”), segundo a qual A relaciona cada tipo de feedback a um determinada resposta.

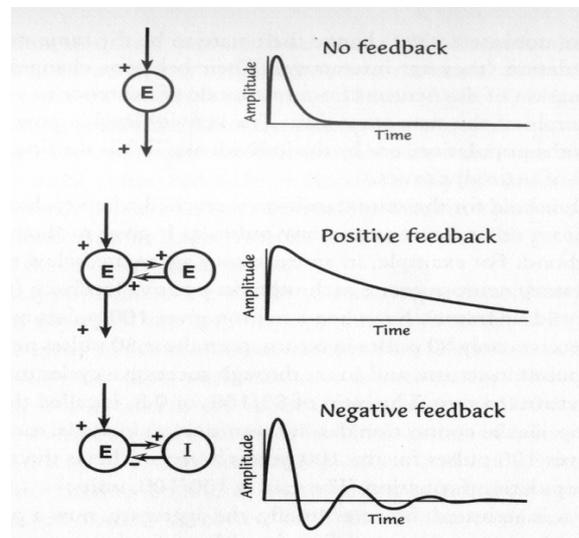


Ilustração 6: representação do efeito dos diferentes tipos de feedback para as ondas cerebrais.
 FREEMAN, 2000. pg.54

O **feedback positivo** ocorre quando a retroalimentação intensifica a atividade

¹⁷⁰ O termo “inteligência”, aqui, pode referir-se tanto a um ser humano, quanto a uma planta, um programa de computador ou mesmo um dispositivo automático qualquer. Uma câmera moderna, por exemplo, deve utilizar um mecanismo do tipo feedback para ajustar o foco ao objeto no centro da fotografia. Neste último caso, a inteligência do inventor teria possibilitado o “comportamento inteligente” da máquina, através de um padrão pré-programado.

original. Ele permitiria, por exemplo, uma resposta rápida e intensa a um pequeno estímulo, ou mesmo uma “retenção do sinal”- como representado na ilustração 6. O **feedback negativo**, por sua vez, produziria oscilações nos neurônios (que, como podemos observar na parte de baixo da figura, tendem a diminuir com o tempo). De que maneira isto ocorreria? No feedback negativo, a retroalimentação diminui a atividade original. Ou seja, um neurônio excita um segundo que, quando excitado, inibe o primeiro. Para compreender como tal propriedade geraria oscilações, observemos agora a ilustração 7.

Na figura ao lado, vemos duas formas de descrever as oscilações resultantes de feedback negativo (ver ilustração 5) entre um neurônio excitatório (E) e um inibitório (I): em cima há algo parecido a um EEG, e embaixo as quatro fases de um ciclo atrator descrito em certo **espaço de estados**.¹⁷¹

No “EEG”, observamos que há uma defasagem entre as oscilações de E e I, que pode ser explicada observando-se as alterações no espaço de estados. Note que há um erro no desenho, pois os eixos “E” e “I” estão trocados. Os quatro momentos do ciclo atrator correspondem aos quatro instantes no EEG, sendo eles: a) os neurônios E recebem estímulo e se excitam; b) os neurônios I são excitados por E; c) a excitação de I faz com que eles atuem sobre E, inibindo-os; e por

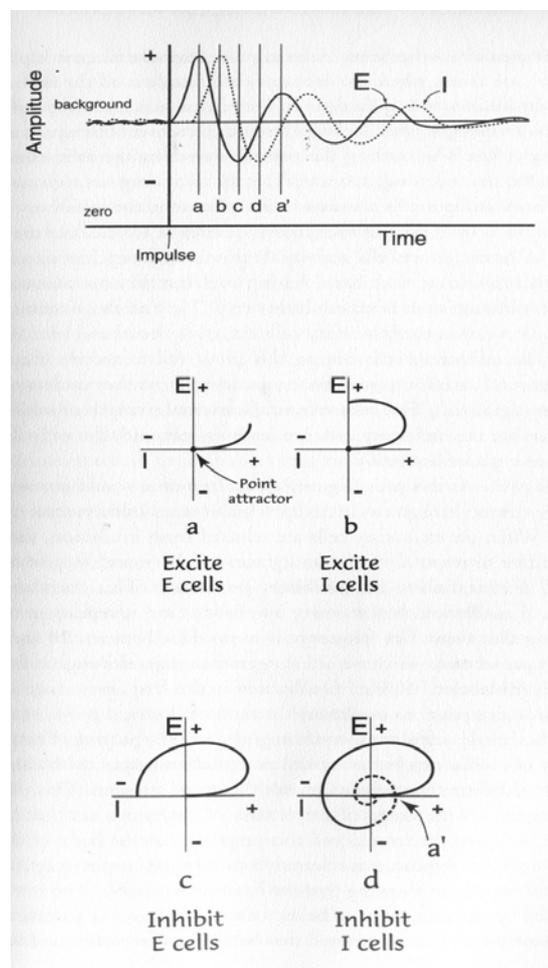


Ilustração 7: A dinâmica do ciclo atrator pode explicar a formação mesoscópica de oscilações no cérebro, a partir do feedback negativo entre neurônios inibitórios e excitatórios.

FREEMAN, 2000. pg 57

(observamos uma inversão nos eixos E e I)

¹⁷¹ A representação do comportamento de um sistema no espaço de estados é característica comum nos estudos dinamicistas, provavelmente porque a descrição de movimentos complexos no “espaço comum” resultaria em um gráfico incompreensível.

fim, d) a inibição de E faz com que eles deixem de excitar I. A seguir, o sistema pode tanto voltar a algo próximo do estado original – como apontado pela espiral pontilhada – como pode continuar oscilando (ver ilustração 9). Para isto, bastaria um novo estímulo em E após o momento “d”, ou mesmo, uma alta excitabilidade de E – como a possibilitada pelo feedback positivo. Segundo Freeman, o feedback positivo mantém a atividade de fundo, e é necessário para a excitabilidade do tecido neural.

Sendo assim, podemos explicar a formação das ondas cerebrais utilizando os dois tipos de feedback. Como observamos na ilustração 6, o negativo gera oscilações que, no entanto, se perdem com o tempo. O positivo, por sua vez, faz com que certo sinal se mantenha durante algum tempo. Juntando-se os dois, é possível gerar oscilações que se mantenham por mais tempo, como as ondas de EEG. *O feedback positivo geraria ou ampliaria o sinal, e o negativo faria com que ele oscilasse segundo a estrutura local de sinapses.*

Com este **mecanismo mesoscópico gerador de oscilações**, Freeman descreve a formação das ondas cerebrais. O que pode incluir tanto os ritmos alfa, beta, gama e teta observados nos EEGs, quanto flutuações locais. Desta forma, o mecanismo descrito acima é fundamental para a formação dos padrões MA, já que eles são calculados a partir dos registros das oscilações cerebrais.

Como tais princípios se aplicariam, por exemplo, ao sistema olfativo dos mamíferos?

Se voltarmos à ilustração 2, podemos observar neurônios de projeção (M e E) que seriam inibidos por interneurônios (respectivamente G e I). Haveria, assim, ciclos de feedback negativo no interior de cada um dos tecidos – o bulbo, o córtex e o núcleo. O feedback positivo seria responsável pela atividade de fundo, e os impulsos vindos dos neurônios sensoriais forneceriam a energia inicial para que o sistema funcionasse.

O sistema proposto parece bastante consistente. A partir dele, podemos

imaginar a formação de flutuações no bulbo, decorrentes do estímulo condicionado, que ocorreria em um “pano de fundo” já oscilante em alguma medida, uma espécie de “frequência central” do EEG. O sistema perceptivo, desta forma, poderia ser bastante sensível, dado que um mínimo estímulo seria suficiente para a produção de respostas, pois o feedback positivo permitiria um **aumento de ganho** durante a percepção.¹⁷² Isto resultaria na observação de ondas mais “densas” (como vemos na ilustração 10), resultantes da descarga de impulsos gerada pelo estímulo olfativo.

Em outras palavras, a complexidade das ondas registradas nos EEGs reflete, segundo o modelo dinâmico descrito por Freeman, a formação local de oscilações nas diversas regiões do cérebro. O que justificaria a grande variedade de métodos e objetivos a partir dos quais se pode analisar um EEG.

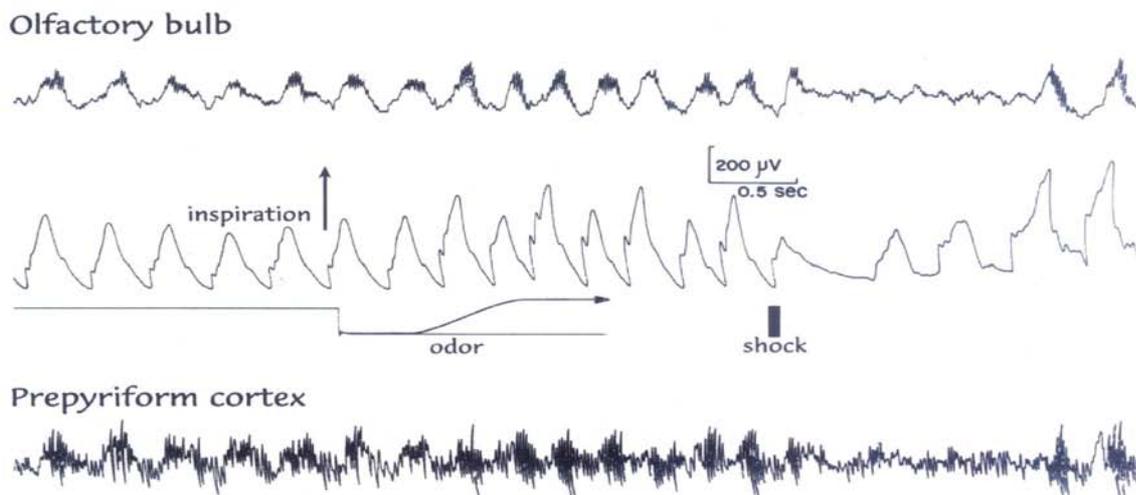


Ilustração 8: EEGs de coelhos durante a inalação de estímulo condicionado. As descargas de impulsos são, segundo o autor, como os quadros de um cinema. A densidade de pulsos no trato olfatório lateral levaria os padrões MA do bulbo (acima) ao córtex (abaixo). Também foi medida a respiração dos coelhos (no meio).

Podemos observar as descargas de impulsos mais densas geradas pelo aumento de ganho – através do feedback positivo (e, como podemos imaginar, do reconhecimento do estímulo). Logo depois, a figura mostra o efeito do choque (reforço negativo) nos três processos fisiológicos. FREEMAN, 2000, pg. 75.

172 O aumento de ganho é relativo a um estímulo condicionado. A maneira pela qual ocorreria tal aumento depende, ao que parece, não só da existência de um possível feedback positivo, mas também do reconhecimento do estímulo enquanto significativo. O que nos remeteria a uma outra discussão.

Assim, cada região do tecido cerebral pode oscilar em uma frequência própria. Ainda segundo Freeman, estas regiões “*não podem concordar em uma frequência, nem podem ignorar umas às outras, então, como num 'ménage à trois', elas vivem no caos.*”¹⁷³ Esta idéia de **múltiplas oscilações** em diferentes regiões do cérebro, como veremos, é utilizada para evidenciar a existência de flutuações locais no órgão, a partir das quais poderiam ser formados padrões MA de ordem global (cerebral) relacionados à consciência. Além disto, segundo podemos entender, a interação destas ondas múltiplas pode gerar caos no nível macroscópico.

Dadas as considerações anteriores, já podemos explicar a formação dos padrões MA?

Ainda não. Afinal, tais padrões só foram detectados após o condicionamento dos animais. Precisamos, assim, compreender a maneira pela qual este procedimento experimental pode ter influenciado na fisiologia cerebral, tornando possível a detecção dos padrões de modulação em amplitude.

Ciclo atrator gerado por condicionamento

O que acontece nas populações de neurônios durante o condicionamento? De maneira geral, podemos responder: as propriedades dos neurônios se alteram. O que, no fundo, não significa nada. Que propriedades seriam estas?

Como já vimos, a “lei de Hebb” - ou facilitação sináptica – pode explicar porque os padrões MA do bulbo mudam com a experiência.¹⁷⁴ A “experiência” dos animais estudados, neste caso, se resume àquela propiciada pelo condicionamento. Ou seja: *um aroma*

¹⁷³ FREEMAN, 2000, pg. 69. Notemos que 3 é o número mínimo de elementos para um sistema mecânico se comportar de maneira caótica.

¹⁷⁴ Outras formas de se explicar a alteração sináptica durante a experiência também poderiam servir ao propósito de compreender a origem dos padrões MA. Como, talvez, algum mecanismo específico para oscilações gama.

que é constantemente seguido de um choque (condicionamento) merece mais atenção do que um aroma sem qualquer estímulo posterior (habituação).

É isto que está representado na ilustração 9, que se refere a potenciais evocados do córtex olfatório em 3 diferentes situações.

Como podemos observar na primeira imagem (acima) da ilustração ao lado, as oscilações geradas pelo estímulo olfativo (pois trata-se de um potencial evocado) tendem a se perder (*naive*), a não ser que o animal seja condicionado ao odor (*attentive*). Depois do processo de habituação, a oscilação termina mais rápido do que antes, como é de se esperar (*habituated*). Afinal, o animal “já sabe” que o estímulo “não tem significado”. Os dois casos em que a resposta cessa rapidamente estão representados na imagem do meio. A

última imagem (abaixo) nos ilustra o processo de **transição de estado**, através do qual a população de neurônios corticais sai

da atividade de fundo (região central do círculo) e entra em um novo estado – mais precisamente, uma “seqüência cíclica” de estados. Ou seja, um **ciclo atrator**, que é mantido graças ao aumento de ganho¹⁷⁵ do tecido durante o condicionamento. O **ganho**, por sua vez, é a “excitabilidade” dos neurônios (ou do tecido) proporcionada pelo aumento de feedbacks

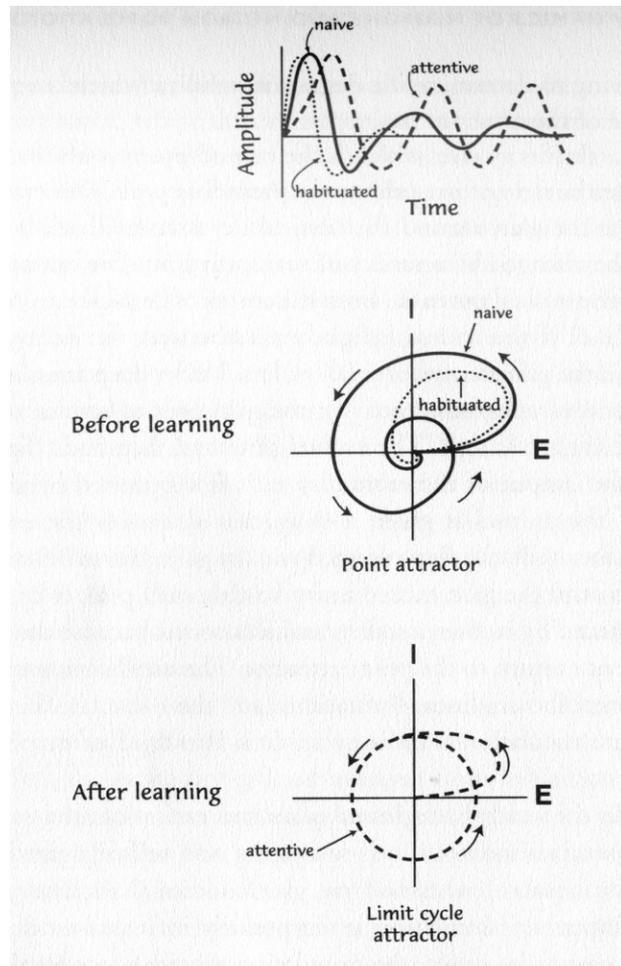


Ilustração 9: O potencial evocado do córtex olfatório é representado acima: antes do experimento (linha inteira); depois de habituação (pontilhado fino); e depois de condicionamento (pontilhado grosso). A figura de baixo mostra a transição de fase, onde a atividade neural entra em um ciclo atrator devido ao aumento das sinapses excitatórias durante o condicionamento.

FREEMAN, 2000. pg.60

175 Um ganho, podemos supor, específico para o estímulo condicionado.

positivos, em virtude das modificações sinápticas ocorridas durante o condicionamento.

O ciclo atrator ilustrado acima, portanto, representa um processo oscilatório estável no tecido do córtex olfativo. Assim, um odor com significado¹⁷⁶ geraria uma transição de estado no cérebro, ao contrário de um aroma desconhecido ou sabidamente insignificante (habituação).¹⁷⁷ O que faz sentido, pois é esperado que o cérebro tenha uma reação mais intensa nas situações que causem prazer ou dor ao corpo, do que naquelas consideradas neutras emocionalmente.¹⁷⁸

O ciclo atrator formado no córtex poderia nos ajudar a explicar os padrões MA?

Segundo o material analisado até agora, podemos imaginar uma relação entre ambos. Consideremos que: 1) os padrões MA são encontrados em frações de segundos do EEG, nas descargas de impulsos (os “bursts” da ilustração 8) provocadas pela inalada do cheiro condicionado; 2) o condicionamento se relaciona ao aumento do ganho em relação a certo estímulo; 3) o ciclo atrator cortical é um estado temporário gerado pelo estímulo e proporcionado pelo aumento de ganho e feedback negativo; 4) no bulbo deve existir feedback negativo.

Partindo das quatro observações acima, podemos encontrar certa simetria entre os dois processos. Ou seja: os padrões MA parecem ter sido encontrados em um momento durante o qual o tecido bulbar se encontrava em um ciclo atrator específico, que durou frações de segundo. Ou seja, a formação do ciclo atrator, segundo a relação descrita acima, é uma condição necessária para a formação dos padrões MA. O que não quer dizer que, inversamente, em todo o ciclo atrator poderemos encontrar um padrão de modulação em

176 Seja qual for o significado gerado pelo condicionamento.

177 Podemos notar, neste tipo de metodologia que busca apenas a “presença de significado”, certa semelhança entre o “insignificante” e o “desconhecido”. Embora uma distinção matemática possa ser feita, comparando-se a rapidez com que o tecido neural volta ao normal (ilustração 9).

178 Algo parecido pode ser dito, talvez, sobre o pâncreas. Embora o órgão não participe diretamente da formação de “sensações”, ele também é capaz de “perceber” alterações no equilíbrio corporal (glicemia) para em seguida “decidir” produzir insulina ou glucagon. Assim, o pâncreas só “percebe” o corpo na medida em que este se afasta do equilíbrio.

amplitude.

Sendo assim, os padrões MA ocorrem durante ciclos atratores gerados, dentro outros fatores, pelo condicionamento operante. Resta-nos, sobre isto, ao menos 3 questões.

1) Descrever as oscilações cerebrais como ciclos atratores nos ajuda a compreendê-las?

Esta questão se relaciona à proposta dinamicista de oferecer um paradigma alternativo para as neurociências, oferecendo explicações e descrições mais adequadas dos fenômenos cerebrais. Precisamos terminar nossa análise de Freeman antes de voltar a ela. Desde já, no entanto, propomos um breve exercício ao leitor menos apressado. Observe atentamente a ilustração 7, que nos oferece duas descrições do mesmo fenômeno: uma no “espaço cartesiano” do EEG (onde vemos ondas), outra no espaço de estados (onde vemos ciclos). Qual das duas parece mais esclarecedora à intuição e ao entendimento? Em que circunstâncias seria mais adequado optar por uma ou outra forma? Estas questões podem nos ajudar a canalizar melhor os esforços investigativos. Como escreve o próprio Freeman:

“... o atrator caótico tem a aparência de uma tigela de espaguete, devido às imprevisíveis torções e curvas da trajetória... As figuras não são particularmente informativas, então não vamos nos aborrecer olhando uma”¹⁷⁹

2) O condicionamento poderia intensificar outras “propriedades mentais”, além do “significado privado”?

3) Os padrões MA ocorrem em organismos não condicionados?

Estas duas últimas questões referem-se à interpretação que Freeman faz de seus resultados. O autor se baseia predominantemente em dados obtidos de animais condicionados, mas suas hipóteses focalizam o ser humano em seu comportamento normal, percebendo e fazendo escolhas. Este raciocínio indutivo ainda precisa ser melhor fundamentado. Neste caminho, segundo nosso entendimento, é preciso investigar mais profundamente a neurodinâmica de organismos não condicionados. Além disto, também parece necessária uma

179 FREEMAN, 2000, pg. 86.

análise mais crítica da relação que o autor estabelece entre os padrões mesoscópicos do cérebro e o “significado privado” do sujeito.

*

Em suma, os padrões mesoscópicos de modulação em amplitude (MA) poderiam ser formados da seguinte maneira. As relações de feedback entre os neurônios geram e mantêm oscilações no cérebro. Estas ondas cerebrais seriam globalmente produzidas pela relação córtico-talâmica, e localmente pelas populações neurais mistas. A influência desses processos em um ponto do campo elétrico cerebral é registrada nas ondas do EEG. A complexidade de tais ondas, portanto, se deve à existência de diversas fontes locais de oscilação em diferentes frequências – no caso, o bulbo, o córtex e o núcleo olfativos. Tal fato justifica a diversidade de análises possíveis dos dados de EEG. No bulbo, onde os padrões MA foram encontrados, a interação entre as flutuações locais seria possibilitada pela soma de ondas na membrana dos neurônios. Assim, aparentemente, existe um mecanismo de formação de “consensos” que justificaria a presença de uma onda comum a todo o bulbo.¹⁸⁰ Os padrões MA, por sua vez, só foram encontrados após o condicionamento; o que sugere um papel importante para as mudanças sinápticas ocorridas em tal período – tais como as previstas pela “lei de Hebb”.

modulação em fase e “pacotes de onda”

Recentemente, Freeman descobriu outra propriedade dos padrões MA: eles estariam em “pacotes de onda” (wave packet).¹⁸¹ Esta hipótese foi formulada depois do autor descobrir que a “onda portadora”, além de modulada em amplitude, também era modulada em

¹⁸⁰ Parece haver, nas bases deste raciocínio, a premissa de que o “código da linguagem cerebral” esteja formulado em termos de ondas. Ou seja: as ondas podem ser portadoras de significados, tal como constatamos nas frequências de rádio. Nestas, no entanto, estamos pressupondo um sujeito que construiu tanto a linguagem e os meios de transmissão da mensagem, quanto a própria mensagem.

¹⁸¹ FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience*.

fase. Segundo o dinamicista, os “pacotes de onda” têm papel neurofisiológico comparável ao do potencial de ação – que se constitui num dos principais alvos daqueles que buscam os “códigos neurais básicos”. Trata-se, portanto, de uma ousada proposta de explicação alternativa para a fisiologia cerebral – que, no entanto, não viria para substituir, mas para complementar, para preencher a lacuna entre o microscópico e o macroscópico.

O autor levanta uma hipótese sobre a origem da consciência.

“... os pacotes de onda são precursores para os estados de consciência (awareness). Eles não são por eles mesmos acessíveis pela experiência, como podem ser os estados macroscópicos iniciados pelas transições de estado global.”¹⁸²

Assim, embora a consciência não seja o tema central de Freeman, mais uma vez ela aparece como sendo efeito de fenômenos neurodinâmicos. Os pacotes de onda, mesoscópicos, permitiriam a existência de padrões macroscópicos que, por sua vez, seriam a base da experiência consciente, partindo da *“premissa de que a consciência (awareness) tem a natureza de Gestalts multisensoriais”*.¹⁸³

Antes de continuarmos, parece pertinente compreender melhor a modulação em amplitude e em fase. Estes conceitos são provenientes das tecnologias da informação como, por exemplo, a transmissão de rádio. As rádios AM codificam seu sinal por modulação em amplitude, enquanto as FM utilizam a modulação em frequência. A frequência, por sua vez, está diretamente ligada à fase, que é um determinado “momento do ciclo” desta onda. A ilustração 10 nos mostra dois exemplos de modulação.

182 Idem pg. 3

183 Ibidem pg. 3

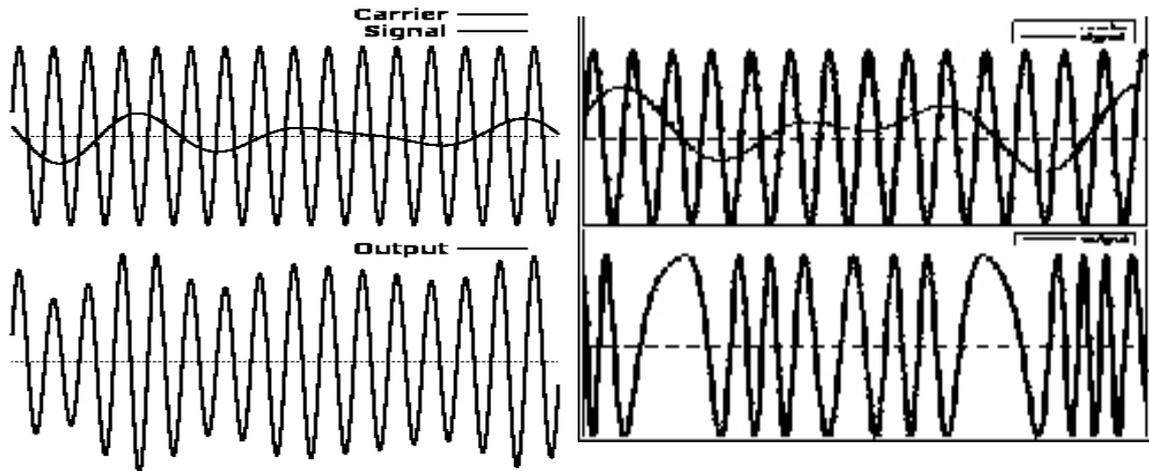


Ilustração 10: Modulação em amplitude (à esq.) e em fase (à dir.). Acima, vemos a onda portadora (com frequência constante - periódica) e o sinal a ser transmitido. No caso do rádio, o sinal é uma "cópia elétrica" da onda sonora, uma "representação". A frequência da onda portadora seria aquilo que sintonizamos no botão de rádio. E a parte de baixo de ambas as figuras representa o resultado da modulação, o sinal gerado pela estação transmissora quando modula a onda portadora com seu sinal. Assim, Freeman, assim como os aparelhos de rádio, precisava saber a forma da onda portadora para poder decodificar um suposto sinal. Figuras presentes no portal wikipedia.org.

Podemos, agora, seguir o raciocínio do autor neste artigo mais recente.

Como a modulação em fase resultou na descoberta do “pacote de onda”? Ao analisar as diferenças de fase na onda portadora, Freeman encontrou padrões espaciais, assim como havia encontrado quando analisara as amplitudes. Os padrões espaciais, agora, não se correlacionavam com o estímulo condicionado, mas apresentavam outra característica: tinham sempre a forma parecida com um cone (ilustração 11c). Este cone representa a sincronia de fase da onda portadora – maior no ápice, se desfazendo até chegar na base – o que permite a delimitação espaço-temporal de um fenômeno cerebral dinâmico e discreto:

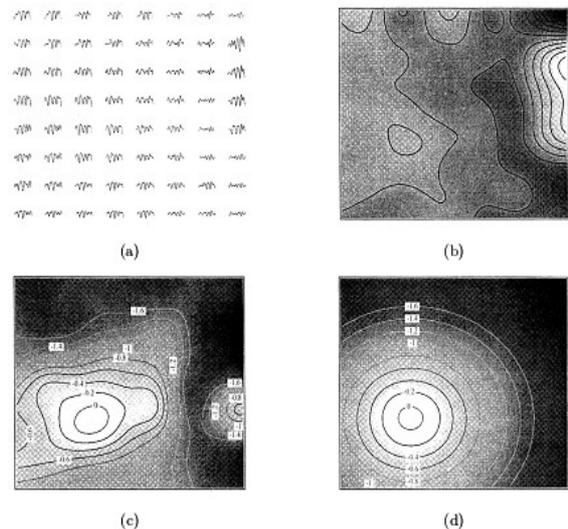


Ilustração 11: a) EEG de 64 ms filtrados no ritmo gama; b) padrão espacial de modulação em “amplitude” (RMS); c) padrão espacial de modulação em fase; d) cone de fase calculado. (retirado de FREEMAN, W. 2003. *The wave packet: an action potential for the 21st century*. pg 10)

“O progressivo aumento na diferença de fase radialmente do ápice estabelece

uma condição de limites suaves para o domínio ativo formado pela população neural”¹⁸⁴

“... a informação que é transmitida do córtex está em pacotes que são intrinsecamente discretos”¹⁸⁵

Assim, a modulação em fase da onda portadora não nos revelaria uma “codificação neural” - como seria o caso da modulação em amplitude ou das ondas de rádio. As diferenças de fase na onda portadora, diferentemente, serviriam para esclarecer a forma pela qual os padrões MA são produzidos:

“Os padrões de modulação em fase indicam que os padrões MA são formados por uma transição de estado que se assemelha à transição de fase de um gás para um líquido. ... Ela começa num lugar de 'nucleação' e se espalha radialmente, assim como a formação de uma gota de chuva a partir de uma partícula de poeira”¹⁸⁶

Assim, a “importância cognitiva” dos pacotes de onda estaria, ainda, nos padrões MA:

“A informação crucial que caracteriza o output cortical está nos padrões espaciais de modulação em amplitude”¹⁸⁷

“Os padrões MA dos pacotes de onda são selecionados pelo input sensorial, mas a informação que eles carregam deriva principalmente da experiência passada com este estímulo”¹⁸⁸

Os **cones de fase** indicariam, assim, certas características dos padrões MA.

Vejamos algumas delas.

“Os diâmetros do disco, 9-28 mm, excedem os tamanhos das hipercolunas ... (cobrindo) múltiplos mapas topográficos incluídos em cada córtex sensorial primário”¹⁸⁹

O que sugere um papel integrador para os “pacotes de onda”.

“O tempo necessário para completar a transição de estado, 3-7 ms, é dado pela duração de um quarto de ciclo da frequência central das oscilações gama. Depois disso, o tempo necessário para a emergência dos padrões MA é estimado em 20-30 ms ou próximo da duração de um único ciclo na frequência central. A duração dos pacotes de onda ... (é cerca de) 3 a 5 ciclos ... na

184 Ibidem, pg. 10

185 Ibidem, pg. 16

186 Ibidem pg. 11

187 Ibidem, pg. 17

188 Ibidem, pg. 15

189 Ibidem, pg. 12

freqüência de pico”¹⁹⁰

Este trecho contém uma interessante concepção de temporalidade, coerente com as características da auto-organização. Em estudos anteriores, Freeman e Kozma buscaram definir as durações relacionadas aos padrões MA, chegando à conclusão de que havia dois tipos básicos, cada qual com um tempo médio (250 ms e 1200 ms).¹⁹¹ Um processo auto-organizado, no entanto, apresenta uma temporalidade própria, em geral indefinida.¹⁹² Esta nova abordagem, portanto, parece mais adequada aos objetivos do autor, pois estabelece alguma objetividade no tempo do fenômeno sem, no entanto, precisar recorrer ao recurso da média – conceito matemático que não descreve adequadamente certos fenômenos, como aqueles que não se distribuem numa curva normal. Outros autores, investigando a percepção humana, detectaram, nos EEGs, uma estrutura temporal “mista”: um primeiro “burst” de tempo característico (cerca de 100ms) seguido de um segundo, com tempo variável (200-400ms), que apresentaria caráter representacional.¹⁹³ Talvez a neurodinâmica apresente diferentes estruturas temporais coexistindo e interagindo.

É realmente muito difícil entender o cérebro. Seus movimentos internos são complexos, variados, imprevisíveis, e participam intensamente de algo bastante precioso: nossa consciência. Como entender um órgão assim? O que devemos imaginar? Ondas de energia? Fluxos de informação e representação? Auto-organização? “Significados”? O modelo de Freeman parece oferecer uma imagem da atividade cortical: uma superfície com oscilações aperiódicas de fundo, onde se observaria a formação intermitente de sincronia em certas regiões, partindo do centro para as bordas, até se dissipar. Talvez possamos até

190 Ibidem, pg. 12. Nota-se que a freqüência é hora “central”, ora “de pico” - sendo este um pico no espectro de potência. O trecho parece diferenciar as duas freqüências, mas em outros momentos Freeman afirma ter encontrados as duas modulações da onda portadora, indicando que há apenas uma freqüência portadora. Este ponto ainda não foi esclarecido.

191 FREEMAN, WJ & KOZMA, R. 2002. Classification of EEG Patterns Using Nonlinear Neurodynamics and Chaos, *Neurocomputing*, 44-46: 1107-1112.

192 O que nos remete tanto a Debrun como a Bergson

193 Os valores temporais entre parênteses não são mencionados pelos autores no resumo, mas aparecem nas ilustrações do artigo. Servem, portanto, mais como exemplo do que como “lei geral”. TALLON-BAUDRY, C. e BERTRAND, O. 1999. Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation. in *Trends in Cognitive Sciences*, 3 (4)

imaginar, apenas para satisfazer nossa necessidade de metáforas, um lago sob ventania onde caem pequenas pedras que formam ondas concêntricas – estas seriam os cones de fase. Mas sem as pedras. Ou, como se refere Freeman, a formação de gotas de chuva a partir do vapor.

Os trechos abaixo descrevem uma imagem deste tipo:

*“Os cones de fase foram encontrados em igual número antes e depois do início do estímulo condicionado, mas sua densidade e número pareciam variar aleatoriamente de um teste para outro ... Sua taxa de recorrência média, 2.1 a 6.4 Hz, foi estimada...”*¹⁹⁴

*“... distinção entre “padrões MA” em segmentos que puderam ser classificados em relação ao comportamento e “distribuições MA” em segmentos que não puderam ser classificados ... (o que leva à) inferência de que os padrões gama significativos relacionados ao comportamento foram episodicamente embutidos num fluxo contínuo de gama sem padrão e sem correlatos comportamentais”*¹⁹⁵

Estas são características interessantes, pois sugerem os cones de fase como evidência do funcionamento “autônomo” do córtex, independente de comportamentos ou estímulos – diferentemente dos padrões MA. Algumas outras observações de Freeman vão neste mesmo sentido:

*“A localização dos ápices varia com a área sem relação com o conteúdo do estímulo, talvez com a coincidência randômica da mais alta intensidade do input sensorial de fundo e o lugar de mais alta sensibilidade cortical em cada 'quadro' de input”*¹⁹⁶

*“Não foram encontrados limites rígidos superiores ou inferiores para a duração e diâmetros dos cones de fase”*¹⁹⁷

Estas informações nos sugerem, portanto, uma interessante imagem do cérebro como um palco de fenômenos locais e espontâneos distribuídos no tempo e no espaço, assim como o surgimento de gotas de chuva numa tempestade. Um cérebro dinâmico e com alto grau de liberdade. Como escreve Eliasmith:

“O apelo intuitivo de uma descrição pela teoria dos sistemas dinâmicos ... é

194 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. pg. 12

195 FREEMAN, W. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part II: spatial patterns of phase in gamma EEGs from Primary sensory cortices reveal the dynamics of mesoscópico wave packets. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 9

196 Idem, pg. 12

197 Ibidem, pg. 23

bem difícil de resistir”¹⁹⁸

Em suma, qual seria o papel dos “pacotes de onda”?

“Três níveis de função cerebral são supostos para mediar a transição da sensação e percepção. A atividade microscópica expressa em potenciais de ação é sensorial. A atividade macroscópica de todo o prosencéfalo expressa no comportamento é perceptiva. A atividade mesoscópica faz a ponte através da formação dos pacotes de onda”.¹⁹⁹

Explicando melhor:

*“Os potenciais de ação sensorialmente guiados condensam em pacotes de ondas mesoscópicos como moléculas formando pingos de chuva no vapor. Os discos de condensação mantêm padrões espaciais em 2D de fase e amplitude de ondas portadoras no EEG beta e gama.”*²⁰⁰

Em seguida, Freeman esboça novamente o raciocínio que o levou à idéia da “incorporação do significado”:

*“Os padrões MA correlacionam não com características, mas com o contexto e valor do estímulo sensorial dos sujeitos, em uma palavra, seu significado.”*²⁰¹

O autor usou diversos controles experimentais, todos dentro do paradigma do condicionamento, para detectar correlações com os padrões MA. Com isto, descobriu que eles se correlacionam com tantos outros aspectos, que pareceu mais sensato a Freeman, como já vimos, concluir que os padrões MA são portadores do significado:

*“Eles mudam com o contexto, forma de reforço, resposta condicionada, experiência cumulativa com o mesmo estímulo, e estado de expectativa. Combinadas, estas contribuições relacionam ao significado do estímulo, que media a efetiva integração do organismo com seu ambiente”*²⁰²

Freeman acredita, portanto, que os “pacotes de onda” mediam a relação do organismo com seu ambiente, constituindo-se fundamentalmente na modulação em amplitude gama de certos “cones de fase”, dentro de um fluxo contínuo de outros cones sem significado. Isto explicaria porque os padrões MA são instáveis e temporários.

Uma questão que se pode colocar é a seguinte: porque dizer que os padrões

198 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*. Vol. 9 No. 4 pp. 441-463.

199 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. pg. 3.

200 Idem.

201 Ibidem.

202 Ibidem, pg. 9.

MA são a “incorporação do significado” correlacionada ao estado de expectativa, e não uma “encarnação do estado de expectativa” correlacionada ao significado? Há um critério objetivo para escolher entre uma ou outra proposição?

Eliasmith analisa diversos modelos dinamicistas do cérebro, e parece responder negativamente à questão anterior:

“Não há meios claros de justificar a fixação de parâmetros, escolha de equações, interpretação dos dados ... Por exemplo, alguns psicólogos identificaram o conceito dinâmico de caos com ansiedade opressiva, outros com criatividade, e outros ainda com destrutividade.”²⁰³

A melhor resposta que podemos imaginar, segundo as idéias de Freeman, seria dizer que o significado *inclui* o estado de expectativa. É o que sugere o trecho acima, onde a multiplicidade de correlações caberia na palavra “significado”. A questão que se coloca, agora, é relativa à abrangência do termo. Como vimos, o dinamicista considera o significado como uma espécie de elo entre a neurociência e a psicologia, um conceito que seria fundamental em ambas. Isto justificaria a grande abrangência do termo. No entanto, conceitos muito amplos podem se tornar vazios. Assim, podemos terminar esta breve reflexão como uma questão de cunho pragmático:²⁰⁴ que diferença faz considerarmos os padrões MA como a “incorporação do significado”, ao invés de uma “representação variante”?

Por fim, uma última condição para se justificar o papel neural dos fenômenos descobertos:

*“Os pacotes de onda de todas as áreas sensoriais são largamente transmitidos pelo prosencéfalo. Eles induzem a formação de padrões macroscópicos”.*²⁰⁵ Embora as frases apresentem formulações “afirmativas” no resumo, elas se referem a hipóteses do autor, como revelado ao longo do artigo.

203 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*. Vol. 9 No. 4 pp. 441-463.

204 Como pergunta William James sobre o questão do giro em torno do esquilo, “*Que diferença prática haveria para alguém se essa noção, de preferência à aquela outra, fosse verdadeira?*” JAMES, W. 1906. *Pragmatismo*. In Os pensadores. São Paulo, Abril cultural, 1979. pg. 18

205 FREEMAN, W. J. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1): pg. 3.

Estes padrões, como vimos, seriam acessíveis pela experiência, diferentemente dos padrões mesoscópicos – o que nos permitiria, provavelmente, relacioná-los aos chamados “processos inconscientes”.

Em síntese, Freeman tem como objetivo:

“...estabelecer o pacote de onda como o portador de informação no nível mesoscópico da dinâmica cerebral, comparável ao papel do potencial de ação como portador de informação no nível microscópico da dinâmica do neurônio.”²⁰⁶

A diferença entre ambos é explicada pelo autor.

“Assim como um potencial de ação pode ser interpretado em termos de informação sensorial e motora, o pacote de onda pode ser entendido em termos de percepção e significado.”²⁰⁷

O trecho acima fortalece o vínculo entre os padrões mesoscópicos e a consciência. No entanto, como vimos acima, estes padrões não seriam acessíveis pela experiência. Assim, segundo podemos entender, Freeman consideraria os pacotes de onda como **“incorporações de significados inconscientes”**.

Para chegar à consciência precisaríamos, portanto, compreender as relações macroscópicas do cérebro, que o próprio autor considera serem de natureza diferente das mesoscópicas – o que, inclusive, é condição necessária para se dar ao trabalho de descrever um fenômeno em diversos níveis de organização. Uma semelhança entre os dois níveis, para o autor, seria a auto-organização.

Uma última pergunta: mas e os seres humanos? Até agora, só falamos de animais condicionados. O autor encontrou, recentemente, “cones de fase” em um ser humano durante o período pré-cirúrgico (para epilepsia), enquanto seu cérebro permanecia exposto para monitoramento.²⁰⁸ Foi colocado um dispositivo quadrado de 1 cm de lado - com um

206 FREEMAN, W. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part II: spatial patterns of phase in gamma EEGs from Primary sensory cortices reveal the dynamics of mesoscópic wave packets. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 9

207 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. pg. 23

208 FREEMAN, WJ. e HOLMES, MD. e WEST, GA. e VANHATALO, S. 2006. Fine spatiotemporal structure of phase in human intracranial EEG. in *Clinical Neurophysiology*, 117(6):1228-1243

arranjo de 8X8 eletrodos - sobre o giro temporal inferior direito. Os cones de fase (de 2 a 50mm) foram encontrados nas faixas gama e beta, enquanto o sujeito estava acordado, e ocorriam simultaneamente às descontinuidades (mudanças abruptas de fase) do tecido (na faixa teta). Isto sugere que as mudanças de fase do córtex começam localmente, se espalham, dissolvem, e voltam a se formar em outras regiões, podendo haver sobreposição no tempo e no espaço. Freeman destaca que isto sugere uma grande semelhança estrutural entre dinâmica cortical de humanos e coelhos, sendo apenas uma diferença de escala. Não foram encontrados, e aparentemente nem procurados, padrões de modulação em amplitude.

Em outro estudo de 2006,²⁰⁹ os autor continua se referindo a padrões MA de coelhos e gatos experimentais. Ou seja, até o momento, segundo os artigos científicos publicados, embora cones de fase tenham sido observados até em humanos (acordados), os padrões espaciais de modulação em amplitude continuam restritos a animais condicionados. Pode tratar-se, no entanto, de uma restrição metodológica temporária, visto que cada espécie apresentaria “diferentes escalas” da mesma estrutura. Talvez seja uma questão, por exemplo, de encontrar a melhor distância entre os eletrodos para encontrar padrões MA em humanos.

Um modelo: a dinâmica da intencionalidade

Neste capítulo, buscaremos descrever a estrutura geral das idéias de Freeman. O autor já formulou diversos modelos e hipóteses ao longo das duas últimas décadas, o que dificulta bastante nossa análise. Em 1987, descreveu um modelo matemático de equações diferenciais que, aparentemente, simulava a atividade caótica²¹⁰ do bulbo olfatório. Ele deu credibilidade aos modelos dinâmicos do cérebro, embora seja fundamentalmente

209FREEMAN, W. e VITIELLO, G. 2006. Nonlinear brain dynamics as macroscopic manifestation of underlying many-body field dynamics. in *Physics of Life Reviews*, 3(2)

210 Podemos imaginar a dificuldade em se simular com precisão um fenômeno caótico, dado que sua característica principal é a sensibilidade às condições iniciais.

conexionista.²¹¹ Nosso ponto de partida, no entanto, será o modelo publicado em 2000, chamado pelo autor de “dinâmica da intencionalidade”.

Os elementos básicos do modelo

Como vimos nos capítulos anteriores, Walter Freeman considera o cérebro uma “*fundição de significados privados*”. Alguns mecanismos e características comuns aos cérebros permitiriam tal propriedade. Dentre estes, o autor considera fundamentais ao menos três: a causalidade circular entre cérebro e mente, a dinâmica caótica e auto-organização cerebral, e a intencionalidade como processo. Além disto, segundo ele, os conceitos e instrumentos da dinâmica não-linear podem nos ajudar a compreender a natureza do funcionamento do cérebro e, portanto, da mente.

Como tais idéias se articulam? O autor identifica 10 elementos básicos de seu modelo:

“... dez blocos de construção que nos permitem entender como as populações neurais mantêm a dinâmica caótica da intencionalidade, porque a dinâmica fornece as bases biológicas para a flexibilidade, criatividade, e significado do comportamento humano.”²¹²

Quais seriam estes blocos?

- 1- “*A transição de estado de uma população excitatória ... para um ponto atrator diferente de zero com atividade constante (steady-state)²¹³ pelo feedback positivo*”;
- 2- “*a emergência de oscilação pelo feedback negativo entre populações neurais excitatórias e inibitórias*”;
- 3- “*a transição de estado de um ponto atrator para um ciclo atrator limitado que regula_as*

211 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*. Vol. 9 No. 4 pp. 441-463.

212 FREEMAN, 2000. pgs. 35 e 36

213 Este termo pode ser entendido segundo seu uso na bioquímica, onde refere-se, por exemplo, ao estado de equilíbrio iônico que as células mantêm em relação ao meio. Este estado é constante, porém não equivale ao equilíbrio iônico. Esta manutenção de um estado constante “fora do equilíbrio químico-físico”, uma das características dos organismos, é feita às custas de energia, e requer mecanismos específicos de auto-regulação.

- oscilações constantes (steady-state) de uma população cortical mista”;*
- 4- “a formação de **caos como atividade de fundo** ... por **feedbacks** entre três²¹⁴ ou mais populações mistas”;
 - 5- “a **distribuída onda de atividade dendrítica caótica** que apresenta (*carrie*) um padrão espacial de **modulação em amplitude** feito pelas alturas locais da onda”;
 - 6- “o aumento no **ganho de feedback não-linear**²¹⁵ que é guiado pelo input numa população mista, que resulta na construção do padrão de modulação em amplitude como o primeiro passo na percepção”;
 - 7- “a **incorporação do significado** nos padrões de modulação em amplitude ... que são moldados pelas interações sinápticas modificadas pelo aprendizado”;²¹⁶
 - 8- “**atenuação da atividade microscópica** guiada-sensorialmente e a **intensificação dos padrões mesoscópicos de modulação em amplitude** pelas vias corticais **divergente-convergentes** sendo a base do solipsismo”;
 - 9- “a **divergência de descargas corolárias** na **pré-afêrência** seguida de **convergência multi-sensorial** no córtex entorhinal como a base para a formação da gestalt”;
 - 10- “a formação de uma seqüência de **padrões globais de modulação em amplitude** de atividade caótica que integra e direciona o estado intencional de um hemisfério inteiro”.

Os 6 primeiros pontos sugerem uma interessante imagem do cérebro enquanto sistema dinâmico e auto-organizador, dotado de canais de comunicação internos.²¹⁷ Seu estado de repouso já é, de cara, fora do equilíbrio físico-químico, sendo ainda bastante sensível a

214 Um número que nos remete ao chamado “problema dos três corpos”, que se refere à dificuldade de se integrar mais do que duas equações de trajetória apontada por Poincaré. BARROW-GREEN, J. 1997. *Poincaré and the Three Body Problem*. American Mathematical Society.

215 Do original “nonlinear feedback gain”, que refere-se à capacidade do tecido neural de responder rápida e intensamente a um estímulo, mesmo quando este é fraco. Tal propriedade seria possibilitada por feedback positivo.

216 Sendo o termo “aprendizado” referente a diferentes métodos de condicionamento.

217 Sendo esta última característica inferida do ponto 5, onde o termo “modulação” nos remete à metáfora da transmissão de rádio.

variações externas – ambas as propriedades possibilitadas pelo feedback positivo. Além disto, sua atividade é caótica, apresentando variados graus de indeterminação. Sua estrutura geral se fundamentaria nas populações neurais mistas, com neurônios excitatórios e inibitórios produzindo flutuações locais em diferentes frequências. Estas flutuações locais, quando fortemente relacionadas, produziriam uma forma global, através do processo de auto-organização. Estes 6 primeiros elementos parecem ser fundamentados em simulações computacionais (como o modelo “conexionista/dinamicista”) e em testes experimentais com mamíferos condicionados, em especial gatos e coelhos.

Os outros quatro “blocos” são mais complexos e serão analisados com cuidado nos próximos capítulos. Muitos pormenores são considerados, pois a interpretação e entendimento mais aprofundado das idéias de Freeman requerem idéias provenientes de diversas áreas de conhecimento, muitas das quais novas e desconhecidas pelo grande público. Poderíamos nos concentrar apenas na questão da consciência, mas isto levaria a um entendimento limitado da proposta de Freeman, visto que ela é fundamentada em seu modelo neurodinâmico. Para facilitar a leitura mais rápida, destacamos as informações principais ao longo do texto.

Por fim, uma última reflexão. Algumas formulações do autor que se referem normalmente a relações entre “agente e objeto”, ou “causa e consequência”, são utilizadas de uma forma particular. Nos pontos 3 e 5, o autor escreve, respectivamente: “*ciclo atrator limitado que regula as oscilações*” e “(padrão MA) *feito pelas alturas locais da onda*”. Em ambas as proposições, o sujeito e o objeto são a mesma entidade. O ciclo atrator é uma outra forma de descrever a oscilação, enquanto o padrão MA consiste justamente na distribuição espacial das alturas locais da onda. Talvez seja apenas uma questão de estilo literário. Podemos considerar, no entanto, que estas formulações talvez reflitam uma possível “opção filosófica implícita” do autor. A negação da separação entre sujeito e objeto, como na

fenomenologia de Franz Brentano. Isto explicaria porque, como diz o autor, nem o eu nem o cérebro estão “no controle” - afinal, a causalidade entre topo e base é bidirecional.

Mas no ponto 3, esta questão pode ser mais problemática. Afinal, o referido ciclo existe incorporado na dinâmica cerebral ou é uma representação humana de certo aspecto desta atividade?

Quem regula quem? Quem causa quem? Este tipo de questão pode gerar bastante confusão; em especial quando tratamos de uma causalidade “bidirecional”.

Os padrões MA seriam “transmitidos” ou “representados”?

Segundo Freeman, para que os “pacotes de onda” mesoscópicos possam contribuir com a formação macroscópica da percepção, é necessário que sejam transmitidos de cada córtex para todo o prosencéfalo.²¹⁸ Esta condição seria possibilitada por diversos fatores:²¹⁹

“Primeiramente, o diâmetro do pacote de onda garante que todas as múltiplas vias divergentes de output de cada córtex sensorial primário sejam incluídas.”

Este fator diz respeito ao que estaria sendo transmitido do córtex, através dos pacotes de onda. Eles transmitiriam informação mesoscópica proveniente das áreas sensoriais primárias como um todo, uma espécie de “consenso” de cada sentido.

“Segundo, a informação pela qual o significado é expresso para transmissão foi demonstrada como especialmente uniforme em densidade. Cada área sensorial projeta para múltiplos alvos específicos, e todo alvo recebe a mesma informação mesoscópica...”

Desta forma, se considerarmos o pacote de onda “ativando” todo um córtex sensorial, e se pressupusermos:²²⁰ 1) uma homogeneidade estrutural cortical – em relação à densidade de outputs; e 2) que cada alvo receba inputs de todo um córtex primário; só então

218 Que inclui o tálamo, hipotálamo, sistema límbico, telencéfalo, corpo caloso e alguns ventrículos

219 Idem, pg. 17 (grifo nosso)

220 Aspectos não mencionados por Freeman, mas aparentemente necessários para a conclusão do autor.

podemos concluir que, como diz Freeman, todo o alvo recebe a mesma informação mesoscópica. Outra maneira de se chegar a esta conclusão seria considerar os padrões MA como “holográficos”, onde uma pequena área do “pacote de onda” teria informações semelhantes ao pacote como um todo. Dadas estas observações, continuemos o raciocínio do autor.

“terceiro, cada alvo recebe seu input depois da integração espacial feita pela topologia divergente-convergente das vias eferentes e pelos efeitos de mundo pequeno, que trazem todo o neurônio cortical a poucos passos sinápticos dos outros”

Assim, existiria uma integração espacial gerada inicialmente pelas conexões intracorticais, e logo depois pelas vias de output, que teriam caráter divergente-convergente. Se nos concentrarmos nos padrões MA, onde Freeman considera estar a informação mesoscópica, podemos considerar que *as conexões intracorticais já produziram seu efeito de integração espacial* ao criarem e manterem os padrões MA com alguma estabilidade. Assim, enquanto as conexões intracorticais mantêm os padrões MA para poderem ser transmitidos, elas próprias não podem promover nenhuma “integração espacial extra”, pois isto mudaria os próprios padrões de modulação em amplitude.

Segundo este raciocínio, portanto, o papel de integração espacial durante a transmissão dos padrões MA pode ser atribuído apenas às vias divergente-convergentes. Vejamos, então, como se daria este processamento de informações, voltando ao modelo do sistema olfativo descrito no livro *“How brains make up their minds”*.

As vias divergente-convergentes

Como vimos anteriormente, os receptores sensoriais transformam reações químicas (geradas pelos odores) em potenciais de ação que seguem paralelamente, pelo nervo olfatório primário, até o bulbo (ilustração 12). No bulbo ocorrem os padrões MA “dentro de

cones de fase”. Esses cones ocupam toda a superfície do bulbo, permitindo a transmissão da informação mesoscópica significativa – os padrões MA, as “encarnações dos significados inconscientes”.²²¹

Esta transmissão, como podemos observar, é feita pelo trato olfatório lateral, que leva impulsos dos neurônios de projeção do bulbo até o córtex pré-piriforme (e também ao núcleo olfatório, ausente nesta figura).

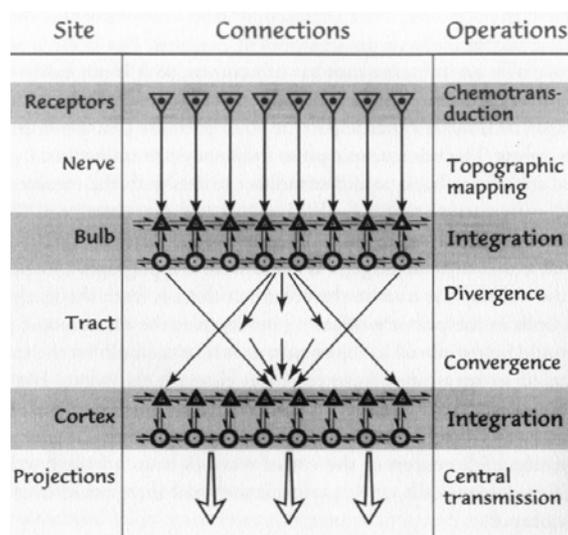


Ilustração 12: vias de transmissão (axônios) no sistema olfatório de mamíferos.
FREEMAN, 2000. pg. 84

O trato lateral não apresenta axônios paralelos como o nervo olfatório primário. Ao contrário, ele é considerado, por Freeman, uma **via de divergência e convergência** de sinais, pois: 1) cada neurônio do bulbo manda axônios para diversos neurônios espalhados pelo córtex pré-piriforme; 2) da mesma forma, cada neurônio do córtex recebe impulsos de diversos neurônios do bulbo.

Para Freeman, esta arquitetura promove a intensificação da informação mesoscópica:

“Essa suavização atenua a atividade microscópica sensorialmente-guiada vinda do bulbo mas umenta o padrão MA mesoscópico auto-organizado, que carrega o significado.”²²²

Não está claro, no entanto, a forma pela qual os padrões de modulação em amplitude seriam intensificados por estas vias. Vejamos como isto se daria.

Os padrões MA, como vimos, aparecem na forma de “mapas de relevo”, que descrevem a intensidade de oscilações gama em cada região do tecido nervoso. Ao observar as vias de divergência e convergência, no entanto, parece pouco provável que elas transmitam

²²¹ Segundo nosso entendimento do pensamento de Freeman.

²²² FREEMAN, 2000, pg. 84

com precisão – e tampouco amplifiquem – as informações espaciais do bulbo. Ou seja: se um neurônio, em certo lugar do bulbo, manda axônios para diversos neurônios espalhados pelo córtex, como “o córtex poderia obter informações” sobre a localização original do impulso?

Imaginemos uma geometria simétrica de divergência e convergência, onde um neurônio do córtex recebe impulsos de 5 neurônios do bulbo, como representado na ilustração 13. Cada neurônio em B enviará potenciais de ação correlacionados às oscilações de sua região. Estas oscilações são diferentes mas, como vimos, apresentam ao menos uma semelhança: a forma aperiódica comum na faixa gama, chamada por Freeman

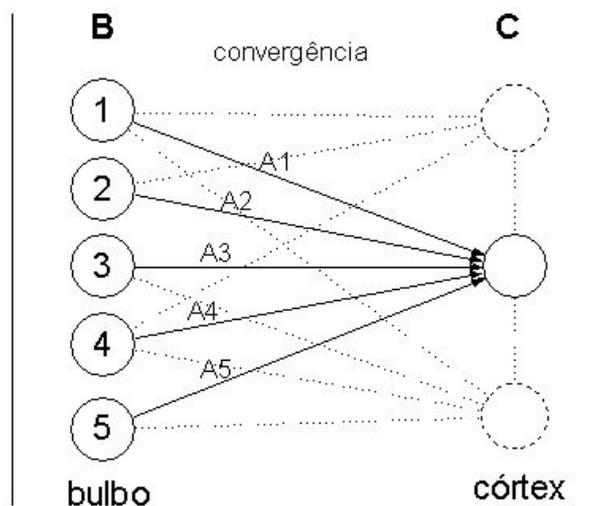


Ilustração 13: Caso os neurônios 1 e 4 sejam ativados ao mesmo tempo, seria possível ao neurônio cortical distinguir a fonte de cada impulso, dado que A1 é diferente de A4. Isto requereria alta precisão temporal para a detecção de diferenças de fase.

de onda portadora. Se considerarmos que os impulsos dos 5 neurônios se “somam”²²³ na membrana do neurônio C, podemos imaginar uma amplificação da “onda portadora”. Isto ainda poderia, talvez, ser intensificado pelas conexões entre os diversos neurônios em C.

Consideremos, por fim, dois elementos: 1)os diferentes tamanhos de axônios (A1 a A5) e; 2)a superfície irregular da membrana do axônio C (onde ocorreria a soma das ondas resultantes dos potenciais de ação recebidos). Se considerarmos estes dois aspectos, parece necessário que haja certa “suavização” temporal, ignorando pequenas diferenças de fase para a “detecção” da oscilação comum. Freeman menciona, em artigos posteriores ao livro, a necessidade e importância desta suavização.²²⁴

²²³ De forma análoga à soma de ondas, que amplifica as sincronias de fase - embora os potenciais de ação possam ser considerados “eventos discretos” na neurociência: “O cérebro opera com diferentes códigos, sendo um deles formado pelos potenciais de ação. Já vimos que o PA ocorre como consequência das propriedades físico-químicas do neurônio, tendo por isso sempre as mesmas características elétricas. A isso se deu o nome de **lei do tudo-ou-nada**” LENT, R., 2002. *Cem Bilhões de Neurônios*. Atheneu, Rio de Janeiro. pg. 89.

²²⁴ “temporal smoothing” FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1):3-30 pg. 19

Segundo as reflexões acima, portanto, as vias de divergência e convergência poderiam amplificar ao menos uma propriedade mesoscópica: a “onda portadora”. No entanto, para Freeman, o aspecto significativo do “pacote de onda” estaria na modulação espacial da amplitude desta onda portadora. Como os padrões MA poderiam ser amplificados por estas vias?

Observando novamente o arranjo simples da ilustração 13, nos parece que parte da informação espacial se perde de B para C. Isto porque o neurônio C não poderia distinguir ao certo a fonte (localização espacial original) dos impulsos que recebe.

Imaginemos, por exemplo que o neurônio C possa trabalhar com intervalos de tempo pequenos. Isto permitiria a ele relacionar o tempo de atraso entre as ondas (as diferenças de fase de uma onda comum aos 5 neurônios em B) com a distância entre os neurônios que as geraram. Afinal, A1 (o axônio do neurônio 1) deverá ser tanto maior do que A3 quanto mais distante o neurônio 1 for do neurônio 3. Com isto, o neurônio C “teria meios de distinguir” entre impulsos das regiões 1 e 3. No entanto, *alguma informação espacial se perderia*, pois o neurônio C não poderia diferenciar os impulsos vindos dos neurônios 1 e 5, dado que A1 e A5 têm o mesmo comprimento – e portanto, têm o mesmo atraso de onda em relação ao neurônio 3.²²⁵ No diagrama, portanto, quase metade da “informação espacial” se perderia (C poderia distinguir 3 dos 5 neurônios B). No tecido cortical, por sua vez, podemos entender que haveria, além disto, a “redução de uma dimensão”, visto que a distribuição de amplitudes na superfície do bulbo (2D) seria representada nas relações temporais (1D) entre os potenciais de ação recebidos pelo córtex.²²⁶

225 Claro que, considerando a existência de outros neurônios no córtex, é possível imaginar uma forma de recuperar toda a informação espacial, embora ela não pareça nada simples. Afinal, embora os neurônios 1 e 5 mandem sinais iguais simultâneos para o neurônio do córtex destacado, isto não deverá ser verdade para a maior parte dos outros neurônios corticais. Ou seja, a informação poderia, a princípio ser recuperada. Como isto ocorreria é outra questão.

226 Parece razoável considerar esta “redução de informação” não como uma simples perda, mas como uma “síntese” (ou representação), caso haja alguma regularidade na transformação do espacial (2D) no linear (1D). Estas reflexões talvez se relacionem ao pensamento recente de Freeman, mas foram aqui tecidas apenas com o intuito de garantir uma análise mais completa das informações apresentadas pelo autor.

Assim, embora tenhamos imaginado um possível mecanismo de “recuperação da informação espacial”, ele não parece muito provável: seja pela “simetria orgânica” do cérebro,²²⁷ seja pela perda de informações espaciais, ou ainda, segundo podemos entender, pela necessidade de “alta precisão” temporal (para detectar diferenças de fase) pressupondo “baixa precisão” temporal (para detectar a onda comum com fases diferentes).²²⁸

Continua, portanto, a questão: as vias de convergência e divergência do trato olfatório lateral, aparentemente adequadas à transmissão da “onda portadora”, seriam também adequadas para a transmissão do padrão espacial de modulação em amplitude? Como o aspecto espacial seria transmitido? Talvez se possa elaborar hipóteses com base no caráter “orgânico” e assimétrico da arquitetura cerebral, onde *não seria provável dois axônios terem exatamente o mesmo tamanho*. Isto permitiria a recuperação das informações espaciais do bulbo “moduladas” na frequência dos potenciais de ação recebidos por cada neurônio do córtex. Possibilidades, existem muitas. A maioria delas, cabe aqui observar, parece pressupor uma notável capacidade de “ação inteligente” dos elementos básicos do sistema: no caso, os neurônios.

As reflexões tecidas a partir da ilustração 13 foram feitas com base no livro “How Brains make up their minds”, onde o autor buscava, como vimos, vias de transmissão que amplificassem os padrões espaciais de modulação em amplitude (MA). Não bastava transmitir a onda portadora, pois ela não apresentava qualquer correlação com o estímulo condicionado. Segundo nossa análise, estas vias poderiam amplificar a onda portadora, mas provavelmente enfraqueceriam os padrões MA, pois eles descrevem justamente a distribuição de amplitudes no espaço. Seria como descrever um mapa em código morse. Não é uma tarefa impossível, mas difícil de ser feita, principalmente em tempo real.

227 O que, inclusive, enfraquece a validade de algumas reflexões feitas a partir da ilustração 13.

228 Este vínculo não implica necessariamente, como talvez se possa interpretar, em paradoxo lógico ou redução ao absurdo. Ele pode também evidenciar a complexidade das estruturas e processos cognitivos, pois as duas “resoluções temporais simultâneas e opostas” poderiam ser explicadas pela existência de, ao menos, dois mecanismos diferentes, devidamente integrados.

Talvez se possa ainda formular outras hipóteses alternativas que não pressuponham uma homogeneidade na divergência e convergência de sinais. Assim, neurônios próximos no bulbo tenderiam a enviar impulsos para determinadas regiões do córtex. Isto preservaria, podemos entender, parte da “informação espacial” do bulbo, embora diminuísse o caráter divergente-convergente das vias de transmissão. Afinal, isto aproximaria a arquitetura do trato lateral com a do nervo olfatório, que apresenta fibras paralelas. Tal reflexão, entretanto, não foi encontrada nos escritos de Freeman.

Em suma, embora os padrões MA sejam “mapas” - dependem das relações espaciais entre as diferentes amplitudes - o autor escreve em 1999:

“O efeito desta integração espacial é aumentar os padrões MA, porque eles têm a mesma forma de onda em todo lugar... A integração feita pelo trato define o padrão MA mesoscópico dado ao resto do prosencéfalo como o sinal do bulbo, e ela rejeita a atividade microscópica guiada pelo estímulo como ruído”²²⁹

Hipóteses recentemente adicionadas ao modelo

Sendo assim, como o neurocientista resolveu a questão da transmissão dos padrões espaciais de modulação em amplitude, os supostos portadores da “informação mesoscópica”? No artigo publicado em 2003, onde introduz os “pacotes de onda”, encontramos uma proposta semelhante à do livro (de 99), com algumas diferenças: 1) uma descrição mais precisa dos mecanismos de transmissão da informação mesoscópica; 2) não encontramos mais a idéia de que os padrões MA são “intensificados” pelas vias de transmissão. Talvez o autor tenha mudado suas idéias, talvez tenha apenas mudado de foco.

Vejamos este trecho:

“A transmissão requer a geração de atividade gama, e a recepção requer sensibilidade sintonizada na atividade gama. A atividade gama é gerada por feedback entre populações, transmitida pelos tratos divergente-convergentes, e ela pode ser seletivamente recebida por sintonia”²³⁰

229 FREEMAN, 2000. pg 83

230 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative*

Aqui, mais uma vez, Freeman utiliza-se de conceitos utilizados nas transmissões de rádio, onde a onda portadora gama seria emitida e recebida, levando consigo as informações mesoscópicas e diminuindo o ruído microscópico. A informação, na transmissão de rádio, é justamente aquilo que modula a onda portadora, seja em frequência ou em amplitude. O autor descreve os mecanismos que considera responsáveis por este processo de transmissão de informação:

“A hipótese para a gênese do gama em populações neurais é baseada em registros do sistema olfatório em gatos, coelhos e ratos acordados²³¹ ... A hipótese para a sintonia no gama por neurônios individuais é baseada em registros do tálamo, córtex pré-piriforme, e fatias do hipocampo. Esta hipótese sustenta que o disparo repetitivo é possibilitado pela cinética da condução de GABA-A nas membranas de interneurônios inibitórios que interagem com outros neurônios inibitórios”²³²

Existiriam, assim, mecanismos capazes de produzir, transmitir e receber a onda portadora, dada sua frequência gama característica. Mas como a suposta informação mesoscópica dos padrões MA poderia resistir à integração espacial promovida pelas vias de transmissão? Vejamos este trecho:

“...três condições suportam os mecanismos pelos quais a transmissão cortical acontece nos cérebros. O cálculo da média espacial de conjunto²³³ é imposto pela topologia divergente-convergente das projeções centrais. A discriminação das correntes dendríticas é imposta pela modulação em frequência dos pulsos nas zonas de disparo. O filtro temporal de banda é imposto pelas redes de feedback negativo de populações excitatórias e inibitórias ... na faixa gama”²³⁴

Este “tripé” teria um importante papel cognitivo:

“As três operações mesoscópicas de cálculo de média espacial, conversão de onda para pulso e alisamento temporal são centrais para o processo de abstração e generalização permite a percepção.”²³⁵

Isto pode sugerir certa mudança de idéias, pois a antiga hipótese de “ampliação do padrão MA” parece, agora, tomar a forma de “síntese do padrão MA”. Por outro lado,

Neuroscience 2(1):3-30. pg. 19.

231 Freeman refere-se aqui a seus próprios trabalhos.

232 FREEMAN, W. 2003. já citado. pg. 19.

233 “spatial ensemble averaging”

234 FREEMAN, W. 2003. já citado. pg. 18.

235 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1):3-30. pgs. 18 e 19

talvez seja apenas uma mudança de foco, pois já em 99 o autor se referia a esta generalização promovida pelas vias divergente-convergentes como um primeiro passo em direção à sua questão inicial:

“Nós tratamos do mecanismo de generalização, mas precisamos nos dirigir a outro nível de constância perceptiva, a saber, a invariância estímulo-resposta com que começamos nossa investigação”²³⁶

Para explicar esta constância perceptiva, Freeman acaba se remetendo à interação caótica²³⁷ entre os três elementos do sistema olfativo,²³⁸ cada qual oscilando numa frequência própria. Uma situação tipicamente indeterminada. Mas como o imprevisível poderia ser responsável pela constância? O autor segue seu raciocínio distinguindo a atual visão “cognitivista” da chamada “pragmática”, sugerindo este paradigma como uma alternativa para se explicar os fenômenos cerebrais, talvez porque o dinamicismo não necessitaria de constâncias cerebrais para explicar a invariância perceptiva. Isto porque os padrões MA não seriam “representações”, e sim a fase inicial na formação do significado. Uma hipótese sobre o mundo, gerada internamente,²³⁹ onde a história individual seria determinante na imprevisibilidade.²⁴⁰

Com isto, mais uma vez, Freeman parece *justificar parte de suas idéias em uma espécie de mudança de paradigma*, rejeitando a importância dada atualmente ao conceitos de representação. Isto pode refletir, segundo nosso entendimento, tanto a coerência interna do pensamento do autor, quanto a falta de coerência entre suas interpretações e o pensamento dominante na neurociência. É enfatizada ainda outra “proposta alternativa” em seus estudos, referente ao tipo de síntese que seria feita pelas vias de “transmissão” e, portanto, da natureza da codificação neural:

“O que está em questão aqui é a demonstração da forma biológica, material, tomada pelo significado que o prosencéfalo atribui para a informação que

236 FREEMAN, 2000, pg. 85.

237 Onde o “caos” mesoscópico é diferenciado do “ruído” microscópico.

238 Bulbo olfatório, núcleo olfatório anterior, e córtex pré-piriforme.

239 Aqui, podemos notar, o autor se utiliza de mais uma metáfora para explicar a dinâmica neural.

240 FREEMAN, 2000, pg. 89.

proveniente dos sentidos, e esta demonstração requer média de conjunto não temporal, mas espacial entre populações neurais”²⁴¹

Continuam a ser esclarecidas, no entanto, algumas questões.

Como um cérebro variante pode produzir uma percepção invariante?²⁴²

Os modelos dinamicistas pressupõem necessariamente uma “mudança de paradigma”?

Ou, em relação às vias de transmissão, o que Freeman quer dizer com “integração espacial”?

Sua explicação se fundamenta em um conceito matemático, a média de conjunto. Assim, segundo podemos entender, até que se encontre correlações entre os padrões MA do bulbo e a atividade do córtex pré-piriforme, e que estas correlações possam ser descritas em termos de “médias de conjunto”, este termo tem apenas **importância metafórica**.

Por outro lado, esta hipótese de “integração espacial” permitiria, segundo entendemos, novos testes experimentais. Pode-se, por exemplo, buscar correlações entre os padrões MA do bulbo e a decorrente atividade no córtex pré-piriforme. Ou mesmo buscar padrões MA neste córtex que fossem mais significativamente correlacionados ao estímulo olfativo. Não encontramos, entretanto, estudos de Freeman neste sentido. O autor parece focalizar sua atenção, atualmente, na questão da sincronia (ainda na questão da transmissão da onda portadora), mais do que no “aspecto informacional” dos pacotes de onda.

Em 2003, por exemplo, Freeman propõe uma “teoria neurobiológica do significado na percepção”, onde o mesmo tripé anteriormente responsável pela “generalização” é considerado como o mecanismo gerador de sincronia na atividade de cinco áreas corticais:

241 FREEMAN, W. 2003. já citado. pg. 19.

242 Uma “solução” seria negar a invariância perceptiva, fundamentando-se na privacidade e singularidade da experiência. Tal solução, no entanto, colocaria em cheque o próprio valor das palavras e símbolos no entendimento.

“Não houve episódios estímulo-relacionados de aumento transitório de truncamento de fase entre as áreas, nem 'bursts' de aumento transitório de amplitude além do nível mantido de sincronia. ... A conclusão é que estas três operações permitem a ligação contínua de múltiplas áreas corticais pela atividade na faixa gama, fornecendo a base para a coordenar outputs corticais para outras partes do cérebro, a despeito dos variáveis atrasos na condução axônica, algo como a estrutura principal (mainframe) de um computador.”²⁴³

Acima, talvez caiba observar, o autor adiciona uma nova metáfora, agora computacional, onde a temporalidade comum permitiria a união de diferentes populações neurais. Em outro artigo, evoca uma imagem alternativa para o mesmo fim, comparando a dinâmica cortical aos quadros do cinema.²⁴⁴ *O entendimento do modelo neurodinâmico que Freeman descreve parece depender, podemos notar, de metáforas provenientes de outros domínios do conhecimento e da experiência.* O que pode trazer tanto limitações quanto possibilidades, dependendo de como se encara o problema.

Mas como fica a questão da transmissão da informação mesoscópica? Como a integração espacial deixaria de destruir as “informações significativas” dos padrões MA? Uma possibilidade seria, talvez, imaginar que a informação mesoscópica esteja presente em cada pequena região do tecido bulbar, não apenas em seu todo. Uma metáfora adequada, neste caso, poderia ser o holograma. Ela chega, inclusive, a ser citada por Freeman:

“a densidade de informação nos padrões MA dos pacotes de onda é espacialmente uniforme mesmo com variações no conteúdo. Esta inferência se baseia na descoberta de que a classificação dos padrões MA em relação ao estímulo condicionado depende do número de canais avaliados, e não da localização deles. Cada canal tem igual valor, como num holograma, em que cada parte tem o todo de uma cena, embora numa resolução espacial reduzida em proporção ao tamanho da parte.”²⁴⁵

A densidade informacional homogênea dos padrões MA é considerada por Freeman um fator importante para se entender o modo pelo qual “os pacotes de onda

243 FREEMAN, W. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part III: multiple cortical areas synchronize without loss of local autonomy. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 10

244 FREEMAN, W. 2006. A cinematographic hypothesis of cortical dynamics in perception. *International journal of psychophysiology*

245. Notemos que a metáfora, se fosse tomada a rigor, utilizaria um raciocínio falacioso: “Se hologramas têm as propriedades A e B, e se padrões MA têm a propriedade A, então padrões MA têm a propriedade B”. Claro que o texto de Freeman apenas menciona os hologramas, sem voltar a eles no resto do artigo. FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1):3-30 pg. 13

mesoscópicos contribuem com seu conteúdo para a integração de um percepto macroscópico.”²⁴⁶ O motivo desta importância, no entanto, não está claro.

Cabe, neste sentido, uma breve reflexão. Talvez esta importância da densidade informacional dos padrões MA seja explicadas por alguma característica específica da “integração espacial” (a média de conjunto), que não foi encontrada nos textos analisados. Pode ser, também, que seja devido a um possível aspecto holográfico dos padrões MA, pois Freeman considera que a sintonia no gama, necessária na recepção do sinal, ocorre em neurônios individuais. Ou seja, poderíamos imaginar que neurônios individuais recebem o sinal mesoscópico enviado por uma população cortical. Este *sinal seria, como num holograma, uma espécie de miniatura do padrão espacial de modulação em amplitude*. Este talvez seja um caminho para se interpretar os pacotes de onda identificados por Freeman, mas não foi encontrado, nos escritos do autor, um aprofundamento neste sentido. Uma dificuldade, neste caminho, seria explicar de que maneira um “mapa” pode apresentar holografia, pois a única propriedade mesoscópica que está igualmente presente nas diferentes regiões do bulbo, segundo nossa análise, é a onda portadora. A alternativa, neste caso, poderia ser atribuir uma propriedade holográfica não à informação presente no bulbo, mas sim àquela que chega no córtex pré-piriforme. O que nos levaria de volta a problema da natureza da “integração espacial” descrita por Freeman. É importante observar, por fim, que a referida “miniatura” holográfica parece-nos perfeitamente compatível com o conceito de representação.

De qualquer forma, dadas as considerações anteriores, parece-nos que o modelo de Freeman depende da capacidade de “síntese” promovida pela integração espacial nas vias divergente-convergentes. Esta seria uma evidência da importância neurofisiológica da modulação em amplitude dos “pacotes de onda. Supomos, aqui, que Freeman abandonou a idéia de uma “transmissão” dos padrões MA, seja pelos motivos aqui apresentados, seja por

246 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century.

outros. Esta integração é explicada pelo autor com um conceito matemático, a “média de conjunto”. Que características teria processo para realizar tal função? Talvez o autor se refira à integração promovida por cada neurônio cortical, como se ela fosse o cálculo de uma “média” dos impulsos recebidos de alguns (um certo conjunto de) neurônios do bulbo. Tal descrição, no entanto, não é encontrada nos escritos de Freeman. Pelo contrário, o trecho abaixo sugere que as vias divergente-convergentes de transmissão, como consideramos, são mais adequadas para a transmissão da onda portadora do que dos padrões espaciais de amplitude:

“Médias de conjuntos espaciais foram computadas de 64 traços de EEGs registrados simultaneamente de arranjos (array) 8X8 sobre a superfície epidural dos córtices pré-piriforme, visual, somático e auditório. Elas revelaram uma forma de onda comum em cada arranjo”²⁴⁷

Ou seja: se a média de conjunto permitiu a Freeman ver a onda comum do bulbo, como ela permitiria ao córtex “ver” outra coisa? Talvez a resposta seja algo do tipo: depois de detectar a onda comum, os neurônios do córtex poderiam identificar as variações espaciais desta onda. Isto requereria, no entanto, mecanismos diferentes daqueles descritos por Freeman.

Outra possível resposta é sugerida, segundo nosso entendimento, por um estudo sobre os padrões de ramificação dos neurônios no sistema olfativo de moscas. Nele, Marin e seus colegas analisaram o formato de neurônios individuais, e os resultados parecem sugerir divergência e convergência específicas para cada odor.

“nós investigamos como o mapa de odor do lobo antenal²⁴⁸ é representado nos centros olfatórios superiores, o corpo de cogumelo e o 'chifre' lateral. Traçados individuais sistemáticos de neurônios de projeção (PN) que mandavam dendritos para um glomérulo específico no lobo antenal revelaram seus padrões axônicos ... e 'campos axônicos' no 'chifre' lateral. PNs com 'campos axônicos' semelhantes tenderam a receber input de glomérulos próximos. As classes de glomérulos de PNs puderam ser acuradamente previstas com base exclusivamente em seus padrões de projeção axônica. A soma destes padrões define um “mapa axônico” nos centros olfatórios superiores refletindo quais receptores olfatórios fornecem input. Este mapa é caracterizado por

247BARRIE, J. FREEMAN, W. LENHART, M. 1996. Spatiotemporal Analysis of Prepyriform, Visual, Auditory, and Somesthetic Surface EEGs in Trained Rabbits. *Journal of Neurophysiology*, 76(1)

248 Órgão análogo ao bulbo olfatório dos vertebrados.

convergência espacial e divergência de axônios dos PN, permitindo integração da informação olfativa.”²⁴⁹

Podemos observar, por fim, que esta idéia de um “mapa invariante”²⁵⁰ não parece, numa primeira olhadela, muito compatível com as variações nos padrões MA encontradas por Freeman. Estudos em vertebrados sugerem, ainda, que estas conexões precisas do bulbo se formam independentemente de estímulos externos.²⁵¹ Como estas duas visões podem se articular? Talvez os vertebrados reconheçam odores de outra forma, levando à necessidade de conciliar as duas descrições.

Em suma, segundo nossa análise, a questão da transmissão dos padrões MA não é tão simples quanto descrita por Freeman. As vias de divergência e convergência, devido à integração espacial, distorcem o padrão de modulação em amplitude do bulbo – que seria a informação mesoscópica significativa. A única solução encontrada ao problema foi considerar uma espécie de integração espacial “parcial”, talvez um padrão de integração espacial para cada receptor de membrana, como sugerem estudos histológicos em que a forma dos prolongamentos neurais pode ser correlacionada a um receptor de membrana e a poucos glomérulos neurais. Outra possibilidade seria imaginar um caráter “holográfico” para o padrão MA ou para sua “transmissão”, mas Freeman apenas cita esta idéia metaforicamente.

Nestes dois casos, podemos entender, não haveria uma transmissão dos padrões MA, mas sim a transmissão de “representações” dos padrões MA para outras regiões do cérebro.

249 MARIN, E. e JEFFERIS, G. e KOMIYAMA, T. e ZHU, H. e LUO, L. 2002. Representation of the Glomerular Olfactory Map in the Drosophila Brain. in *Cell*, Vol.109, pg. 243–255

250 Com base em dados histológicos e de expressão gênica, foram encontradas evidências de que este mapa de glomérulos no bulbo olfatório é invariante ao longo da vida, embora os neurônios sensoriais do olfato vivam, em média, 90 dias apenas. GOGOS, JA. OSBORNE, J. NEMES, A. MENDELSON, M. AXEL, R. 2000. Genetic Ablation and Restoration of the Olfactory Topographic Map. in *Cell* 103

251 LIN, DM. e WANG, F. e LOWE, G. e GOLD, HG. e AXEL, R e NGAI, J. e BRUNET, L. 2000 Formation of Precise Connections in the Olfactory Bulb Occurs in the Absence of Odorant-Evoked Neuronal Activity. *Neuron*, Vol 26, 69-80

O ciclo intencional de Freeman

Até aqui, analisamos oito elementos básicos do que Freeman considera a “neurodinâmica caótica da intencionalidade”. O nono elemento apontado pelo autor é descrito, como vimos, da seguinte maneira:

*“A divergência das descargas corolárias na **pré-afetividade** seguida de **convergência multissensorial** no córtex entorhinal como a base da formação da *gestalt*”²⁵²*

Precisamos, evidentemente, de conhecimentos específicos para compreender tal proposição. Vejamos, então, uma parte de cada vez: primeiro a divergência, depois a convergência.

As descargas corolárias dependem de representações?

Em primeiro lugar, o que seria uma descarga corolária? Este termo foi criado em 1950 por Roger Sperry,²⁵³ para explicar certos comportamentos de peixes. Refere-se a qualquer mecanismo neural que *permita a um ser vivo “ignorar” estímulos sensoriais gerados ou alterados por ele mesmo*. Imagine, por exemplo, um grilo macho emitindo sons para atrair a fêmea. O som produzido pelos seus movimentos é captado pelo seu órgão auditivo (no caso, um par de membranas nas patas). Assim, para que o grilo possa²⁵⁴ perceber o som produzido por outros machos, terá que ignorar o alto ruído gerado por ele próprio. As descargas corolárias seriam, assim, um sinal enviado das áreas motoras para as áreas

252 FREEMAN, 2000, pg. 36.

253 No experimento, os olhos de um peixe foram cirurgicamente “girados” em 180°, resultando em um movimento circular do qual o peixe não saía. Para explicar este fenômeno, o cientista imaginou a existência de descargas corolárias. SPERRY, RW. 1950. Neural basis of the spontaneous optokinetic response. *Journal of Comparative Physiology* 43(6): 482-9.

254 Ao pensar evolutivamente, costumamos imaginar uma certa “finalidade” para o processo evolutivo e, portanto, para as estruturas biológicas resultantes deste processo - ou seja, praticamente tudo o que vemos na biologia. Isto não quer dizer que os fenômenos biológicos tenham realmente “finalidades”, ou que os processos evolutivos sempre sigam as finalidades imaginadas. Além disto, dizer que a evolução criou o que vemos hoje em dia não quer dizer que tenhamos compreendido completamente os mecanismos evolutivos. Ao contrário, é uma espécie de pressuposto para os estudos biológicos. Uma forma de pensar que nos ajuda a compreender, prever e influenciar os fenômenos vitais.

sensoriais a cada vez que uma “ordem de movimento” (ou comando motor) fosse dada.²⁵⁵ Este sinal “informaria” as áreas sensoriais sobre o tipo de movimento a ser realizado, facilitando a distinção entre os estímulos gerados internamente e aqueles provenientes do mundo exterior.²⁵⁶ As descargas corolárias são também chamadas de cópias eferentes, e embora se constituam num conceito comum na neurociência, é difícil identificar com precisão as vias envolvidas neste processo.

Recentemente, foi identificado um único interneurônio multi-segmentado que seria responsável pelas descargas corolárias relativas ao “cantar” dos grilos. Em outro estudo, realizado em macacos, foi identificada uma possível via neural para as descargas corolárias relacionadas à percepção visual.²⁵⁷

Neste estudo, Wurtz e Sommer identificaram uma via envolvendo o “campo visual frontal” (FEF), o tálamo médio-dorsal (MD) e o colículo superior (SC), representados na ilustração 14.

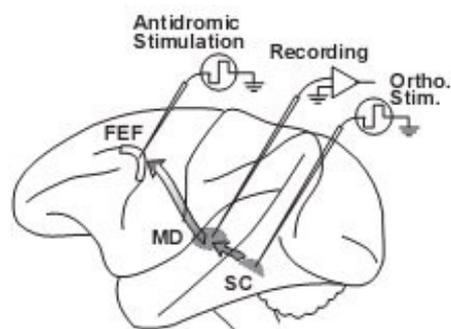


Ilustração 14: via neural ascendente provavelmente relacionada às descargas corolárias de macacos durante saltos sucessivos.

WURTZ, R & SOMMER, M. 2002

Observamos novamente a relação entre tálamo e córtex que, segundo vimos, parece ser também a responsável pela produção “global” de ondas cerebrais. Em estudo

mais recente, os autores confirmaram o envolvimento desta via no comportamento de macacos, e ainda apontam algumas questões relacionadas ao problema da percepção dos estímulos auto-gerados.

“Até que ponto o córtex cerebral realmente utiliza estes sinais, particularmente no reino da percepção sensorial, permanece desconhecido, necessitando de estudos adicionais. Além disto, muitas outras vias ascendentes do tronco cerebral ao córtex permanecem a ser exploradas no comportamento de macacos, e algumas delas, também, podem portar sinais de descargas

255 POULET, JFA & HEDWIG, B. 2003. A Corollary Discharge Mechanism Modulates Central Auditory Processing in Singing Crickets. *Journal of neurophysiology*.

256 POULET JFA & HEDWIG, B. 2006 The Cellular Basis of a Corollary Discharge. *Science* 311(5760): 518 - 522

257 WURTZ, R & SOMMER. 2002. A Pathway in Primate Brain for Internal Monitoring of Movements. *Science*, vol. 296.

corolárias”²⁵⁸

Como se pode perceber, as descargas corolárias foram imaginadas há meio século, mas apenas recentemente algumas vias neurais começam a ser identificadas. Os estudos neurocientíficos aqui analisados se fundamentam em experimentos comportamentais, onde foram encontradas as primeiras evidências das descargas corolárias. Seja por este ou por outro motivo, todos os estudos acima referem-se a características aparentemente hereditárias, dado que são padrões estereotipados para cada espécie - além de serem diretamente adaptativos, podendo, portanto, ter sido selecionados naturalmente ao longo da evolução. Existiriam descargas corolárias aprendidas durante a vida?

Tomemos como exemplo duas pessoas num carro pelas curvas da estrada de Santos. O motorista, segundo a experiência comum nos diz, sente menos os efeitos das curvas do que o outro. Isto seria uma “descarga corolária” aprendida durante a vida? Talvez seja apenas um “aprendizado” funcionalmente semelhante a uma descarga corolária. Faria alguma diferença, ou trata-se apenas um jogo de palavras? Vejamos um outro exemplo: um jogador de basquete dribla três adversários, movendo-se de forma extremamente complexa, e pula já direcionando-se à cesta, que terá que focalizar para fazer dois pontos. A diferença entre este exemplo e o do carro (ou do grilo), é que a relação entre “conjunto de movimentos” e “ajuste perceptivo” torna-se, agora, algo não estereotipado. Não deve, supomos, haver uma “regra simples e pronta” para relacionar movimento e sensação, como parece ser o caso dos exemplos anteriores. Como o jogador poderia saber a localização da cesta depois de tantos giros? Certamente não com uma única descarga corolária, mas com uma seqüência delas. Mas neste caso, segundo nosso entendimento, deverá haver uma forma de “armazenar” o resultado de cada descarga para que, ao final do drible, o jogador pudesse saber a localização aproximada da cesta. Dizendo de outra maneira, o atleta deve ter uma forma de “imaginar” a

258 Traduzido de WURTZ, R & SOMMER, M. 2004 Identifying corollary discharges for movement in the primate brain. *Progress in Brain Research*, Vol. 144 Capt. 3.

cesta, de deixá-la como referencial mesmo quando não a vê. Ou seja, ele “precisaria” de algo como uma “representação interna do espaço circundante”. Talvez o córtex entorhinal esteja relacionado a isto, como veremos logo a frente, no capítulo “A convergência multi-sensorial no sistema límbico”

Outro momento em que a idéia de “representação” parece estar presente é no próprio conceito de “comando motor”, que dificilmente seria concebido como um “significado” - talvez como resultado da “interação” entre diferentes significados. Ou ainda, podemos supor, na transmissão deste “comando motor” a outras regiões do cérebro. Assim as representações parecem importantes para o entendimento do ciclo intencional descrito por Freeman, embora o autor exclua a possibilidade delas existirem no cérebro.

Por outro lado, as inferências aqui formuladas neste sentido se fundamentam nos paradigmas atuais da neurociência, muitos dos quais Freeman critica. Mas de que maneira um “significado privado” ajudaria o jogador de basquete a acertar a cesta? Talvez uma alternativa seja imaginar mecanismos “mistos”, que trabalhem tanto com “significados internos” quanto “representações”. Como escreveu Espinosa:

“A idéia que constitui o ser formal da alma humana não é simples, mas composta de um grande número de idéias ... a idéia de qualquer modo, pelo qual o corpo humano é afetado pelos corpos exteriores, deve envolver a natureza do corpo humano e, ao mesmo tempo, a natureza do corpo exterior”²⁵⁹

Ação e percepção podem ser simultâneas?

Como o autor utiliza o conceito de descargas corolárias para construir seu modelo de “neurodinâmica caótica da intencionalidade”?

259 Proposições XV e XVI do segundo livro da ética. ESPINOSA, B. 1973. *Ética*. In Os pensadores, ed. Abril, São Paulo.

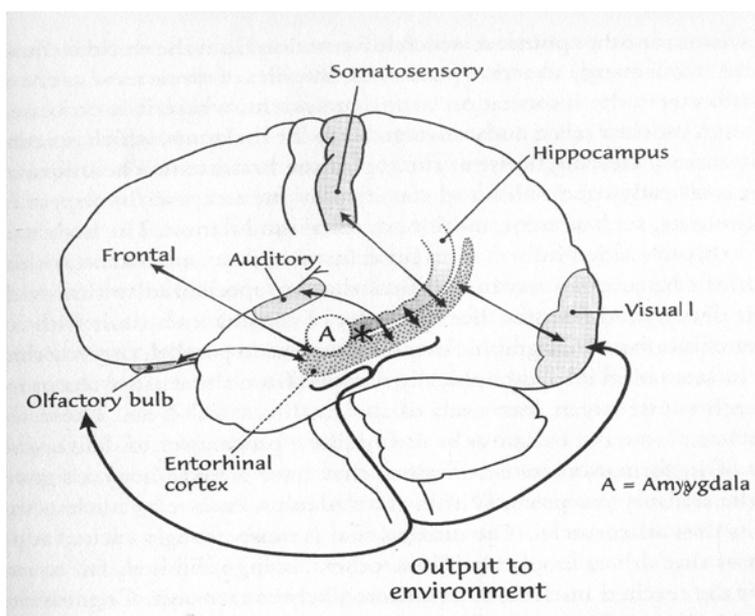


Ilustração 15: o processo perceptivo na “visão pragmática” tem caráter ativo, iniciando com uma hipótese no sistema límbico (asterisco). FREEMAN, 2000. pg.97

Segundo o autor, a perspectiva pragmática concebe a percepção como um processo ativo, pois humanos e animais mantêm um estado de atenção e expectativa – estado este que “*incorpora uma hipótese*”.²⁶⁰ As descargas corolárias teriam um papel de preferência, ou seja, uma preparação da percepção, permitindo seu caráter ativo. O processo ocorreria da seguinte maneira: uma primeira hipótese seria iniciada pela dinâmica intencional²⁶¹ no sistema límbico (asterisco na figura acima), se dirigindo às áreas sensoriais (descargas corolárias). Tal hipótese seria *testada através de transições de estado em padrões MA* que convergiriam de volta ao sistema límbico (em mamíferos, no córtex entorhinal). A hipótese seria “confirmada” se certo estímulo externo realmente chegasse em algum córtex sensorial. A partir daí, uma nova hipótese seria formada prevendo algumas ações possíveis, cada qual com sua própria descarga corolária. Assim, podemos observar que Freeman

260 Este é o início da narrativa de Freeman e, ao mesmo tempo, um dos pontos mais misteriosos de sua proposta. Pode ser considerado apenas uma metáfora, mas parece ser a tentativa de uma “descrição fiel” do fenômeno. Em ambos os casos, **os conceitos da dinâmica não parecem contribuir para a explicação do fenômeno**. Além disto, este processo de criação de hipótese, que o autor considera iniciar-se no sistema límbico, normalmente pressupõe a existência de um sujeito. O que nos levaria à questão: o sujeito de Freeman está no sistema límbico? Segundo o autor, ele não estaria em nenhuma região delimitada do cérebro.

261 Segundo podemos inferir, Freeman se refere, aqui, às oscilações decorrentes de feedback locais. É curioso notar, mais uma vez, a descrição de um processo pelo qual um objeto age como um sujeito, formulando hipóteses.

considera uma “função extra” para as descargas corolárias, articulando-as com a suposta capacidade de “teste de hipótese” dos padrões MA.

Permitamo-nos uma breve observação antes de prosseguir. O autor descreve um ciclo, iniciando e terminando a narrativa com uma formação de hipótese no sistema límbico. No entanto, ao que parece, *a primeira “hipótese” diz respeito a uma possível percepção, enquanto a segunda se refere a possíveis ações*. Isto pode ser: 1) um equívoco de interpretação; 2) uma evidência de que este ciclo intencional teria um momento mais “perceptivo” e outro mais “ativo”, ambos ocorrendo em vias neurais semelhantes; ou 3) explicado pela existência de duas hipóteses simultâneas, ou ao menos uma hipótese “mista” sendo enviada simultaneamente a duas áreas cerebrais diferentes. O trecho abaixo, de um artigo mais recente, parece corroborar a terceira opção:

“Os padrões de atividade límbica de estimulação dirigida e busca são enviados ao sistema motor do tronco cerebral e medula espinal. Simultaneamente, padrões são transmitidos aos córtices sensoriais primários, preparando-os para as conseqüências das ações motoras.”²⁶²

Assim, percebemos que o sistema límbico tem, para Freeman, papel fundamental nas descargas corolárias, pois é de lá que “saem as hipóteses”. É possível também, no entanto, que as descargas sejam transmitidas diretamente do córtex motor para o sensorial – o que inclusive justificaria a proximidade de ambos na superfície cerebral. De qualquer forma, não há nenhum motivo para considerar que a existência de uma exclui a da outra. Podem existir, afinal, diferentes mecanismos cerebrais que, segundo certa classificação, têm a mesma função geral.

Descargas corolárias, sistema límbico e consciência

De qualquer forma, para Freeman, o **sistema límbico** é capaz de formular

262 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In Journal of Consciousness Studies 6 (11-12) pg.143-72.

hipóteses – o que é uma propriedade normalmente atribuída seres conscientes. Será ele a principal estrutura cerebral no processo da consciência? Segundo o autor, o sistema límbico²⁶³ é a fonte da intencionalidade e das emoções – mas elas poderiam ocorrer sem consciência. Um dos argumentos a favor desta tese não parece muito consistente:

*“A evidência filogenética vem da observação de comportamentos intencionais em salamandras, que tem o mais simples prosencéfalo existente nos vertebrados ... incluindo apenas o sistema límbico.”*²⁶⁴

Afinal, o cérebro de uma salamandra não é igual ao sistema límbico dos mamíferos, além de serem de “níveis” distintos: um está completo enquanto o outro é apenas parte de um todo maior. Tal argumento filogenético nos levaria a estranhas inferências ao observarmos comportamentos intencionais em polvos e lulas – invertebrados com comportamento bastante complexo – ou mesmo em bichos mais simples.

Então, como as descargas corolárias nos ajudariam a explicar a consciência?

Podemos considerar o trecho abaixo como sugestivo:

*“(a descarga corolária) compensa as mudanças auto-induzidas no input sensorial que acompanham as ações organizadas pelo sistema límbico, e ela sensibiliza os sistemas sensoriais a anteciparem os estímulos antes do tempo esperado de chegada”*²⁶⁵

Assim, poderíamos considerar que o sistema límbico faria vários “comandos motores” hipotéticos, e cada um deles – com sua respectiva descarga corolária - levaria à antecipação das próprias conseqüências. Assim seria possível ao cérebro prever, em alguma medida, as conseqüências de suas ações. O pensamento, neste sentido, seria uma espécie de “controle motor virtual”. O próprio Roger Sperry, formulador do conceito de descarga corolária, considerou esta possibilidade como uma possível “mudança de paradigmas” na neurociência, de forma bastante semelhante a Freeman. Ele refere-se, na década de 50, ao problema mente-corpo:

“uma abordagem diferente para o problema ... uma visão da função cerebral

263 O autor refere-se ao prosencéfalo ventral - o paleocórtex e os núcleos relacionados, como amígdala.

264 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality.

265 FREEMAN, W. 1999. Idem

que é mais próxima da velha teoria motora do pensamento, hoje largamente abandonada. A despeito de seus reconhecidos erros e faltas, esta descendente abandonada do behaviorismo, combinada com o pragmatismo de C. S. Pierce, possivelmente possui a chave para uma compreensão da função cerebral mais avançada que qualquer coisa desenvolvida subsequente”²⁶⁶

Walter Freeman, no entanto, considera a consciência como tendo natureza semelhante à percepção. Não está claro, assim, se o autor compartilha do mesmo “projeto” de Sperry, ou se busca uma “mudança de paradigma” distinta.

Resta-nos, agora, uma última questão: as descargas corolárias nos ajudariam a antecipar o futuro de um evento nunca vivido? Afinal, segundo pudemos entender, elas precisariam ser “aprendidas” a partir da experiência, seja no tempo filogenético, seja no ontogenético. O futuro previsto, neste caso, é apenas uma projeção do passado. Mas a consciência, segundo a experiência comum nos diz, é capaz de imaginar futuros nunca antes vividos, articulando elementos de forma criativa e inteligente. Como isto seria possível? Novamente, uma solução seria imaginar que o organismo representa o mundo, o que permitiria “testes internos” sobre aspectos nunca antes vividos.

A convergência multi-sensorial no sistema límbico

Freeman destaca ainda que o foco da intenção estaria no sistema límbico (em especial o hipocampo e o córtex entorhinal), não no tálamo ou no córtex frontal, como consideram aqueles que o autor chama de “materialistas” e “cognitivistas”. Além disto, cada modalidade sensorial teria um mecanismo próprio para organização espaço-temporal dos estímulos, e a integração espaço-temporal das diferentes modalidades ocorreria via hipocampo, em direção ao córtex entorhinal. Assim, embora possa haver conexões diretamente entre áreas sensoriais, a **convergência multimodal para o córtex entorhinal** é, para Freeman, um elemento fundamental na “dinâmica da intencionalidade”.

266 SPERRY, RW. 1952. Neurology and the mind-brain problem. *American Scientist*, 40(2)

O hipocampo e córtex entorhinal são considerados fundamentais para a orientação espacial de mamíferos. Em um estudo recente,²⁶⁷ Hafting e seus colegas identificaram um padrão, também sutil, no córtex entorhinal medial dorso-caudal. Este padrão foi encontrado através da análise matemática (spike sorting) de registros de tetrodos (um grupo de quatro eletrodos). Os registros foram feitos em ratos, durante 30 min. em que se movimentavam em um local fechado. Este estudo, a grosso modo, utiliza métodos semelhantes aos de Freeman, pois constitui-se numa análise matemática de dados do campo elétrico extracelular do tecido neural em mamíferos executando tarefas num laboratório. Uma importante diferença é que o método utilizado por Hafting e seus colegas visa distinguir, na atividade extracelular, a ação individual de cada neurônio. Isto permitiu ao grupo chegar à seguinte conclusão:

“A unidade básica do mapa é a célula grade, cujos múltiplos e discretos campos de disparo invariavelmente formam uma estrutura de triângulos equiláteros estável e regularmente pavimentada”²⁶⁸

Sendo assim, embora este estudo confirme a hipótese do papel do córtex entorhinal na integração da informação espacial, ele parece indicar a existência de uma espécie de **representação** cerebral do espaço ao redor do organismo. Segundo Freeman, o cérebro não trabalha com representações, pois os padrões encontrados no bulbo olfativo mudavam com o tempo. No estudo de Hafting, no entanto, o padrão encontrado ocorre invariavelmente. Evidentemente, a natureza dos padrões encontrados por Freeman é bastante diferente daquela encontrada por Hafting, assim como as regiões e funções cerebrais, ou mesmo o nível de organização (mesoscópico e microscópico). No entanto, segundo podemos entender, a simples existência de um padrão cerebral invariante com suposto papel representacional já deve ser suficiente para enfraquecer a hipótese de Freeman em sua

267 HAFTING T, FYHN M, MOLDEN S, MOSER MB, MOSER, EI. 2005. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*. 436(7052):801-6.

268 O termo “pavimentada” foi traduzido de “tessellating”, que designa, na geometria, um plano completamente preenchido por figuras geométricas. HAFTING T, 2005. Idem. pg. 804.

formulação universal.²⁶⁹ Ou seja, existem padrões “mesoscópicos” invariantes que fundamentam as ações intencionais. Se eles “correspondem” a representações, imagens, dispositivos de ação, algoritmos, etc., isto já é uma outra questão.

Síntese e reflexões

Em suma, o ciclo intencional é descrito por Freeman a partir da relação entre sistema límbico e córtex, em sucessivas divergências (descargas corolárias) e convergências (espaço-temporais no córtex entorhinal). O sistema límbico produziria hipóteses que seriam testadas pelos córtices, e o resultado destes testes simultâneos convergiria de volta ao sistema límbico. Teríamos, assim, uma descrição da função cerebral em termos de “testes de hipótese”.

O processo é, segundo nossa interpretação, um “ciclo misto de ação e percepção”, pois a cada comando enviado ao sistema motor, corresponderia uma descarga corolária aos córtices sensoriais. A narrativa do autor, no entanto, inicia-se com uma “hipótese perceptiva”, segue com a divergência, o teste, a convergência, que por sua vez permitira uma nova hipótese, mas desta vez motora. Como interpretar esta sutil diferença? Uma imprecisão de linguagem? Talvez exista uma alternância entre ciclos “mais perceptivos” e ciclos “mais motores”. Podemos ainda imaginar uma terceira resposta – que não exclui a segunda – em que Freeman estaria descrevendo, nesta narrativa, uma maneira de vincular diferentes “ciclos mistos”, relacionando o “aspecto sensorial” do primeiro com o “aspecto motor” do segundo. Se for este o caso, poderíamos perguntar se haveria também uma possível ligação entre o “aspecto motor” do primeiro ciclo e o “aspecto sensorial” do segundo. Mas estas reflexões, no momento, não levam a nenhum esclarecimento sobre a natureza do ciclo intencional. Talvez elas estejam ligadas à busca de Walter Freeman por uma concepção

269 Como vimos na ilustração 1.

da função neural onde não houvesse uma separação tão nítida entre percepção e ação, evidenciada por sua ênfase no caráter ativo da percepção.

Podemos, ainda, destacar a interessante idéia de que um mesmo processo cerebral possa ter funções diferentes. Ou seja: as descargas corolárias teriam sido evolutivamente selecionadas para ajustar o sistema sensorial a mudanças decorrentes do sistema motor. Afinal, isto ocorre em peixes e grilos, seres vivos mais antigos do que os mamíferos. Nestes, por sua vez, é possível que as descargas corolárias tenham sido “evolutivamente reaproveitadas” para outra função. Este é um fenômeno importante da evolução - chamado vulgarmente de pré-adaptação – pois ajuda a explicar a origem de estruturas complexas a partir de estruturas mais simples, que poderiam servir a outro fim (dado que ainda não eram capazes de exercer sua função atual). Esta hipótese do papel cognitivo das descargas corolárias é encontrada em artigos mais antigos, que sustentam a tese de que o pensamento é fundamentado na atividade motora.²⁷⁰

Podemos notar, também, que esta idéia de uma hipótese gerada internamente no sistema límbico e que depois é testada nos diferentes córtices é bastante atraente, pois constitui-se numa metáfora plausível sobre o funcionamento do cérebro como um todo – uma das grandes questões da neurociência. Será esta “hipótese” uma “representação” ou um “significado”?

Podemos dizer, talvez, que nos córtices chegam “representações” da “hipótese límbica” para serem verificados seus diferentes “significados”. Depois disto, uma representação deste significado seria enviada de volta ao sistema límbico. Mas tal descrição iria contra o princípio de que o cérebro não trabalha com representações. Será que poderíamos tecer outras descrições dos fenômenos destacados por Freeman utilizando a idéia de

270 Além do trecho já citado de Sperry, podemos incluir ao menos este outro: “*Eu hipotetizo que este mecanismo de controle e integração está também presente no pensar, que como Hughlings Jackson apontou, pode ser considerada a mais elevada e complexa forma de atividade motora.*” FEINBERG I. 1978. Efference copy and corollary discharge: implications for thinking and its disorders. *Schizophrenia bulletin*. 4(4), Pg. 636

“representação”?

As descargas corolárias “estereotipadas” não parecem pressupor uma representação interna da relação entre movimento e ajuste sensorial. Isto porque não haveria necessidade de um “comando motor” – bastaria uma “ação específica”, relacionando os impulsos direcionados a certos músculos com determinados referenciais dos córtices sensoriais. Isto pode existir de forma estereotipada para cada espécie – como no caso do grilo que ignora seu próprio som. Freeman imagina algo parecido, pois a “hipótese sensorial” também seria um ajuste pré-perceptivo. Porém, sua explicação estende-se a habilidades adquiridas durante a vida. Segundo a nossa interpretação do autor, o sistema límbico deveria ser capaz de “formular hipóteses mistas”, articulando as diversas modalidades sensoriais e motoras. Isto é diferente de uma descarga corolária pura e simplesmente, visto que esta não precisa apresentar esta característica genérica, articuladora e dependente da experiência.

Como o sistema límbico seria capaz de realizar tal façanha? Talvez possamos responder, diferentemente de Freeman, que ele trabalha com elementos que representam o corpo e o mundo, e isto permitiria, de alguma forma, formular tais hipóteses e testá-las sem precisar recorrer ao comportamento, ao teste empírico. Da mesma forma, a importância que Freeman atribui à convergência no córtex entorhinal, onde foram encontrados padrões invariantes, parece fundamentada na idéia de uma representação do espaço e do tempo relacionados ao organismo. Segundo estas considerações, *o conceito de representação seria necessário tanto na divergência quanto na convergência*, permitindo tanto a difusão quanto a integração de informação. Tais formulações, no entanto, não se encontram nos escritos de Freeman, visto que o autor tem destacado a importância do “significado privado e incorporado”.

A hipótese dos *marcadores somáticos*,²⁷¹ de Damásio, talvez caminhe neste

271 Escreve Damásio: “Qual a função do marcador-somático? Ele faz convergir a atenção para o resultado negativo a que a ação pode conduzir e atua como um sinal de alarme automático que diz: atenção ao perigo decorrente de escolher a ação que terá esse resultado” DAMÁSIO, A. 1994. O erro de Descartes. São Paulo:

mesmo sentido, descrevendo um processo parecido ao de Freeman, embora utilizando a idéia da representação como mediadora da comunicação entre cérebro e corpo:

“Os mecanismos “como se” são uma conseqüência do desenvolvimento individual. ... As estratégias de tomada de decisão começaram a depender, em parte, de “símbolos” dos estados somáticos.”²⁷²

Daniel Dennett, por sua vez, elaborou uma das mais conhecidas teorias contemporâneas sobre a **consciência**, fundamentando-se nesta mesma idéia de que o corpo está sempre gerando e testando hipóteses internamente. Trata-se do modelo dos *múltiplos esboços* que, no caso da percepção, explicaria, por exemplo, a aparência “real” de certas alucinações. Escreve o autor:

“É amplamente aceito que a visão humana, por exemplo, não pode ser explicada como um processo inteiramente “base-topo” ou conduzido pelos dados, mas precisa, nos níveis mais altos, ser suplementado por alguns ciclos de testes de hipótese (ou algo parecido a testes de hipótese) guiados pela expectativa. ... a idéia geral desta teoria é que após a ocorrência de uma certa quantia de pré-processamento nas camadas iniciais ou periféricas do sistema perceptivo, a tarefa da percepção é completada – objetos são identificados, reconhecidos, categorizados – pelos ciclos de gerar e testar. ... Isto fornece no caminho mais direto possível uma ligação entre os estados emocionais do alucinado e o conteúdo das alucinações produzidas.”²⁷³

Dennett nos fornece uma possível interpretação do ciclo intencional de Freeman. As semelhanças mais claras entre ambos foram sublinhadas, e uma diferença pode ser destacada. Ao contrário de Freeman, Dennett explicita o *uso metafórico* do termo “hipótese”. O que pode ser tanto uma questão de estilo, quanto uma opção filosófica.

Observando os excertos de Damásio e Dennett – dois pensadores bastante influentes na filosofia da neurociência – podemos considerar que este aspecto do modelo de Freeman (o ciclo intencional) não parece constituir-se num paradigma alternativo. Até porque, segundo pudemos entender, ele pressupõe a existência de “representações intracerebrais”, que permitiriam a comunicação entre as diferentes áreas do cérebro. Afinal, o próprio conceito de “modulação”, como normalmente usado, baseia-se na representação do som nas interferências

Companhia das Letras. pg 205

272 Neste trecho, Damásio considera o referido mecanismo como possibilitado pelas relações entre córtex frontal e amígdala, que é uma outra região do chamado sistema límbico. DAMÁSIO, A. 1994. pg 216

273 DENNETT, D. C. 1993. *Consciousness explained*. Penguin Books. pgs 12 e 13

provocadas na onda portadora. Além disto, o uso da metáfora “formação de hipótese” também parece depender de uma representação interna do mundo externo, que simule de maneira suficientemente eficiente os efeitos das possíveis ações futuras de um organismo.

A arquitetura dinâmica do sistema límbico

O ciclo intencional está incluído na ilustração abaixo, que representa o modelo descrito por Freeman para resolver o problema da integração global de informações no processo intencional.

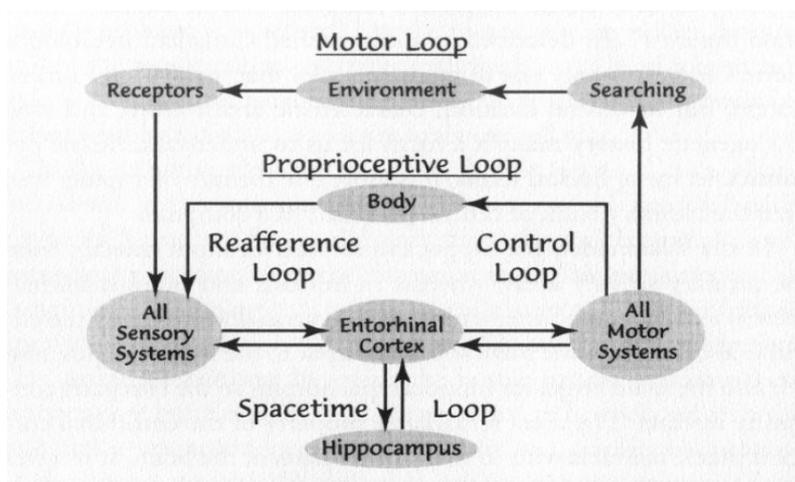


Ilustração 16: modelo de arquitetura dinâmica do sistema límbico.
FREEMAN, 2000, pg. 102

Segundo Freeman, as múltiplas alças de feedback permitem o arco intencional, o ciclo de ação e percepção. São identificados cinco *loops*: espaço-temporal, de re-aferência, de controle, proprioceptivo e motor. *Neste tipo de arquitetura é comum encontrarmos uma espécie de núcleo, um ciclo a partir do qual os outros ciclos poderiam formar um todo estável.* No modelo de Edelman para uma “naturalização da consciência”, o núcleo do sistema dinâmico cerebral é o *loop* córtico-talâmico.²⁷⁴ Freeman explica sua proposta alternativa:

*“O loop espaço-temporal foi colocado no núcleo devido a duas propriedades excelentes. Primeiro, foi demonstrado experimentalmente que o hipocampo é profundamente envolvido na orientação do comportamento no espaço-tempo. Todos concordam que atos intencionais ocorrem no espaço através do tempo. ... A segunda propriedade ... é que as populações neurais (do hipocampo e córtex entorhinal) têm tipos de interneurônios e de dinâmica interativa iguais e similares a aqueles dos córtices sensoriais primários.”*²⁷⁵

É interessante observarmos que a justificativa de Freeman parte do pressuposto

274 EDELMAN G. 2003. Naturalizing consciousness: a theoretical framework. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 100(9):5520-4

275 FREEMAN, 2000, pg. 103-104.

de que uma integração de informações deva ocorrer em torno do aspecto espaço-temporal. Ou seja, se é verdade que a integração espaço-temporal é condição necessária para a fisiologia cerebral, isto não quer dizer que seja suficiente, nem que seja o núcleo do processo. Será o aspecto espaço-temporal do organismo a referência central na formação de significados internos? Em caso afirmativo, onde incluímos Freeman, *sendo este um aspecto externo, não deverá ele existir internamente apenas na forma de representações?* Claro, o sistema límbico também “está relacionado” às emoções, mas isto não resolve o problema, apenas indica um caminho; e um caminho, aliás, “localizacionista”. De qualquer forma, o que está em questão aqui é a *recorrente dificuldade* de compreendermos a idéia de “significado privado” de Freeman (relacionada à negação das representações cerebrais) quando utilizamos, de forma crítica, o conhecimento científico e filosófico atualmente disponível à humanidade.

Outra reflexão sobre este mesmo trecho indica, talvez, certa *simetria entre a “ontologia do cérebro” de Freeman e a “ontologia das ciências naturais”*. Em ambas, a formulação de hipóteses seria o início e a base do processo, enquanto a organização das “informações” no espaço-tempo seria o final de uma tentativa bem sucedida. Ao menos se nos referirmos à dinâmica newtoniana, de onde vem a dinâmica não-linear.²⁷⁶ Ou seja: da mesma forma que o autor considera o cérebro integrando a informação multi-sensorial no espaço-tempo, seus estudos científicos buscam analisar a atividade de cérebros segundo os referenciais espaço-temporais da dinâmica não-linear. Outra semelhança entre as duas “ontologias” seria o papel fundamental dos conceitos matemáticos. Afinal, uma ciência “bem sucedida” deve nos permitir, mesmo que apenas estatisticamente, utilizar modelos matemáticos – representações – para “otimizar” nossos resultados. O cérebro, por sua vez, seria um sistema dinâmico caótico (um termo matemático) regulado por ciclos atratores (outro) e parâmetros de ordem (o operador dinâmico que Freeman usa para descrever a

276 Embora a dinâmica não-linear muitas vezes utilize a idéia de “espaço abstratos”, cujas dimensões são conceitos e funções matemáticas.

consciência matematicamente). Esta reflexão não leva a nenhuma consideração significativa no momento, mas foi colocada aqui, ao menos, como uma “curiosidade”. Se levássemos a analogia ao extremo, talvez pudéssemos dizer que o cérebro é um cientista por natureza, sendo iludido apenas pela necessidade de manter o corpo – e a si mesmo – vivo. Mas trata-se apenas da caricatura de uma interpretação, ou seja, “a sombra da sombra” de Freeman. Voltemos, portanto, ao objeto central.

Afim de explicar a “dinâmica da intencionalidade”, o autor focaliza sua atenção na parte de baixo da figura (o cérebro) recortada na ilustração 17 para facilitar o entendimento. Este recorte, podemos observar, se mostra coerente com o pensamento do autor, voltado mais à dinâmica do cérebro do que dos processos corporais.

Os fluxos da esquerda para a direita permitiriam a formação do conteúdo da percepção (na primeira metade) e o comando motor (na segunda).²⁷⁷ Eles ocorreriam através de padrões MA de potenciais de ação²⁷⁸ no nível *microscópico*.

Os fluxos no sentido inverso, por sua vez, seriam de feedback e consistiriam em padrões MA de potenciais de ação no nível *macroscópico*. O “primeiro fluxo inverso” seria a pré-afetividade,²⁷⁹ onde as **mensagens seriam parâmetros de ordem** que alterariam as possibilidades de ciclos atratores²⁸⁰ nos córtices sensoriais. O

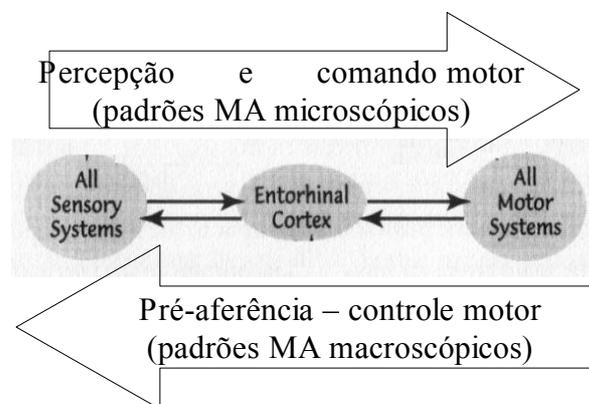


Ilustração 17: Principais vias da dinâmica intencional, a partir das quais seria formada a consciência.

277 Parece haver aqui uma certa simetria entre o córtex entorhinal e o sujeito que percebe e age.

278 Os padrões Ma do bulbo, mostrados anteriormente como “mapas de relevo”, representavam predominantemente a atividade dendrítica. A escolha de potenciais de ação, que se referem a axônios, justifica-se, segundo podemos entender, pela necessidade do padrão “caminhar” nas vias de transmissão. Não está claro, no entanto, como o autor justifica ou descreve este suposto padrão de modulação de amplitude microscópico. Afinal, a atividade axônica é normalmente concebida como modulada em frequência. Além disto, o autor considera haver uma integração espacial nestas vias axônicas, devido à divergência e convergência.

279 As descargas corolárias que, segundo Freeman, portanto, não ocorreriam diretamente entre córtices motores e sensoriais, mas por intermédio do córtex entorhinal.

280 Sendo as possibilidades de ciclos atratores determinadas pelo que é chamado na dinâmica de “paisagem

segundo corresponderia aos “loops de controle” motor, e supomos ser considerado também fundamentado em parâmetros de ordem. Qual seria a função deste fluxos “inversos”?

“Os fluxos de feedback possibilitam os processos integrativos no aprendizado que levam à consciência e às memórias explícitas ... eles permitem a formação de um padrão MA global que reflete a integração da atividade de um hemisfério inteiro.”²⁸¹

Neste momento, começa a ficar mais claro o papel que Freeman atribui à consciência em seu modelo neurofisiológico. O nível macroscópico instanciará a integração das informações micro e mesoscópicas, e esta integração permitiria a consciência. Não seria esta integração um exemplo de processamento de informações? Segundo Freeman, é necessário abandonar esta metáfora. Não está muito claro, no entanto, o que deveríamos colocar no lugar para chegarmos a um entendimento mais adequado do cérebro. Pelo contrário, o próprio autor se vale desta metáfora algumas vezes, embora utilizando geralmente a palavra “significado”, e apenas poucas vezes²⁸² o termo “informação mesoscópica”.

Podemos notar que, para Freeman, a consciência corresponde a estes parâmetros de ordem, a estes “reguladores globais” ou “descrições da redução de liberdade local”. Assim, a consciência se relacionaria aos fluxos de feedback (da direita para a esquerda). Normalmente, é no outro sentido que imaginamos as atividades conscientes, tais como a percepção ou a ação. Freeman se contrapõe a esta idéia, dizendo que “... *a consciência vem depois do início da ação e não a precede*”.²⁸³ Poderíamos perguntar: um possível processo de interferência pré-perceptiva (a pré-aferência) não tenderia a ser, por natureza, inconsciente? Ou seja: se as descargas corolárias alteram a forma de percepção, como poderíamos percebê-las, se não apenas indiretamente?²⁸⁴ Talvez seja por isto que o

atratora”, como uma espécie de superfície com relevo onde existem vários “pontos baixos” – atratores – possíveis, cada qual com sua “bacia” - assim como a bacia de um rio. Dependendo da paisagem e do “ponto inicial”, o sistema tenderia a um ou outro ciclo atrator.

281 FREEMAN, 2000, pg. 102.

282 Mais especificamente, encontramos apenas 3 citações no material analisado.

283 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12)

284 Isto estaria de acordo com os resultados do experimento de Roger Sperry, se partirmos da idéia de que um peixe também teria, em alguma medida, uma diferença entre “consciente e inconsciente”; ou ao menos, entre “percebido e não-percebido”. Afinal, se os peixes com olhos virados não conseguem sair do movimento

autor não *correlaciona* o feedback à consciência, limitando-se a dizer que ele *leva a* ela.

Como isto ocorreria? Abaixo, propomos uma síntese da dinâmica cerebral dentro desta arquitetura, sugerindo ainda algumas interpretações não encontradas nos escritos de Freeman. Um “comando motor” enviaria sinais microscópicos aos músculos e, simultaneamente, sinais macroscópicos preparando os sentidos para as alterações a serem causadas pelo movimento. Esta preparação da percepção, via descargas corolárias, poderia incluir não apenas ajustes “estereotipados”, mas também a atenção dirigida e focalizada segundo critérios adquiridos pela experiência individual. Em termos de neurodinâmica, tal ajuste seria responsável pela formação das bacias atratoras, ou seja, o processo que determina o estado do sistema ao final da mudança de fase. As descargas corolárias poderiam, também, explicar outro aspecto da consciência – a antecipação de eventos futuros semelhantes aos já vividos. Esta explicação, segundo nossa análise, ainda é incompleta.

Não está claro, também, o papel dos parâmetros de ordem no ciclo motor, nem sua relação com a consciência. Podemos supor que, semelhantemente, nos córtices motores ocorreria auto-organização a partir da chegada da “hipótese límbica motora e microscópica”, e isto geraria padrões MA. Estes, por sua vez, resultariam em sinais macroscópicos, parâmetros de ordem que regulariam as bacias atratoras na dinâmica do córtex entorhinal. Assim, a atividade motora regularia a ação integradora do sistema límbico. Mas os córtices sensoriais também não deveriam regular a bacia atratora do córtex entorhinal? Voltando ao exemplo do jogador de basquete, é difícil imaginar sua “representação interna” do local da cesta, durante um drible no garrafão, fundamentando-a exclusivamente em informações motoras. Não seria mais razoável supor que o atleta utiliza também as informações que seus olhos lhe fornecem sobre a quadra? Como os córtices sensoriais poderiam interferir nas bacias atratoras do córtex entorhinal e, assim, participar da “representação interna” do espaço? A arquitetura do modelo

circular, podemos supor que eles não percebiam a interferência direta das áreas motoras sobre as sensoriais, embora provavelmente percebessem que algo estava errado. Claro que estas são apenas suposições acerca da “subjetividade de peixes”, que servem apenas para estimular a imaginação e a intuição.

de Freeman parece não contemplar esta questão, a não ser que considerássemos o envolvimento indireto dos córtices motores – o que, por sua vez, deveria aumentar o tempo de resposta.

Uma pergunta, no entanto, é inevitável. Onde estão os padrões MA mesoscópicos? Na mesma linha: de onde vieram os padrões MA macro e microscópicos? O autor parece transpor as características de um nível de organização para outros dois sem precisar de uma “tradução” ou “adaptação”.²⁸⁵ Podemos até imaginar a modulação em amplitude macroscópica, global, se considerarmos toda a superfície do córtex. Mas isto dificultaria a inclusão dos núcleos e outras estruturas sub-corticais no conceito de “global”, e não resolveria a questão da integração entre os dois hemisférios cerebrais, evidenciada por exemplo pelos experimentos sobre rivalidade binocular.

E os padrões MA microscópicos? Neste caso, a coisa é um pouco diferente, pois é difícil imaginar a modulação em amplitude em apenas um neurônio. Vejamos, então, algumas alternativas. O autor havia considerado os padrões MA como uma resposta mesoscópica do bulbo ao estímulo condicionado, que poderia ser transmitida (ou sintetizada, ou representada) pelas vias divergente-convergentes. Neste esquema, no entanto, os sistemas sensoriais (onde se encontra o bulbo) enviam sinais microscópicos ao córtex entorhinal. Como pode ser explicada esta aparente contradição? Podemos, talvez, dizer que esta figura é uma simplificação, mas isto não parece uma resposta adequada, dada a importância que Freeman atribui à “transmissão” dos padrões MA. Vejamos então, duas outras alternativas. 1) Talvez os sinais sensoriais sejam, inicialmente, microscópicos. Com o processo de condicionamento (que simularia o aprendizado), normalmente relacionado ao sistema límbico, a ação desta região sobre os córtices sensoriais levaria à formação dos padrões MA mesoscópicos. Mas isto não resolveria a questão, pois estes padrões deveriam voltar ao sistema límbico de

²⁸⁵ Embora cada um dos três níveis de organização cerebral descritos por Freeman apresente diferentes substratos, estruturas e fenômenos.

algumas forma. 2) Uma opção mais esclarecedora seria considerar que as vias divergente-convergentes não transmitem a informação mesoscópica, mas sim uma “síntese” microscópica desta informação, dado que os impulsos são gerados individualmente pelos neurônios de projeção do bulbo. Chegaríamos, portanto, à conclusão do capítulo “Os padrões MA seriam 'transmitidos' ou 'representados'?”. Talvez esta seja a interpretação mais plausível dos termos apresentados por Freeman, embora esta “síntese” possa ser entendida como uma forma de “representação”.

De qualquer forma, a natureza dos padrões MA macroscópicos e microscópicos, que aqui tentamos inferir, não foi esclarecida a partir do material analisado.

*

Por fim, podemos citar alguns aspectos que o autor considera ainda problemáticos em seu modelo neurodinâmico:

“Os padrões espaciais auto-organizados (do sistema límbico), seus conteúdos intencionais precisos e seus mecanismos de formação em relação à ação intencional são ainda desconhecidos. O córtex piriforme para quem o bulbo transmite é fortemente dirigido pelo seu input, e ele não tem os cones de fase que indicam capacidades auto-organizadoras comparáveis àquelas dos córtices sensoriais. Se o hipocampo tem essas capacidade ou é como uma estrutura dirigida é desconhecido. (mecanismos da integração hemisférica também). A importância desta atividade coerente para o comportamento depende de encontrarmos correlatos com comportamentos, mas isto é desconhecido. Se estes correlatos forem significados, então os sujeitos precisam ser questionados a fazerem representações dos significados para comunicá-los, assim eles são removidos para longe do comportamento evidente. O conhecimento do funcionamento do cérebro humano está além da atual pesquisa neurodinâmica porque nossos cérebros são muito complexos, devido aos seus mecanismos para linguagem e auto-consciência (awareness)”²⁸⁶

A consciência humana parece, assim, ser um grande empecilho no entendimento do cérebro humano.

286 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In Journal of Consciousness Studies 6 (11-12)

A consciência na neurodinâmica

Podemos, agora, finalmente penetrar as entranhas de nossa questão central. O excerto abaixo, de 2000, contém diversas “descrições” de Freeman para a consciência, que sublinhamos para facilitar a comparação e a visão geral:

“A consciência (awareness), portanto, é um evento distribuído que integra os sub-sistemas componentes e minimiza a probabilidade de transições de estado renegadas dentro deles. Consciência (consciousness) é o processo que faz uma seqüência de estados globais de consciência (awareness).²⁸⁷ É uma variável de estado que restringe as atividades caóticas das partes satisfazendo as flutuações locais. É um parâmetro de ordem e um operador que entra em jogo no ciclo de ação-percepção quando uma ação está sendo concluída e assim que a fase de aprendizado da percepção começa. É a parte do arco intencional em que as conseqüências de uma ação recém-completada começam a ser organizadas e integradas em significado²⁸⁸ e uma nova ação está sendo desenvolvida mas ainda não executada.²⁸⁹ É assim que a consciência (consciousness) facilita o enriquecimento do significado. Ela segura a ação prematura e, dando tempo para amadurecimento e fechamento, ela aumenta a probabilidade da expressão em comportamentos ... de longo prazo de um ser intencional.”²⁹⁰

Em primeiro lugar, podemos notar que o processo de consciência descrito por Freeman parece se constituir em uma “parada temporária” no arco intencional. Ou seja: enquanto a percepção de uma situação não for completada, parece insensato escolher o rumo a se tomar. A consciência seria uma espécie de “momento de dúvida”, onde as respostas imediatas moldadas pela evolução seriam “questionadas”, o que permitiria os comportamentos que só fazem sentido no longo prazo e em situações particulares (sendo, portanto, menos favorecidos pela seleção natural).

Das definições acima, esta foi a que proporcionou-nos melhor entendimento do significado que Freeman atribui ao conceito. Talvez um matemático tenha opinião diferente, e

287 Lendo atentamente este trecho, fica difícil compreender o significado do termo “awareness”. Ele é definido como um evento, sendo em seguida descrito como um processo de integração. Logo depois, no entanto, passa a ser um estado global.

288 Aqui, o autor parece se referir à convergência para o córtex entorhinal. Como vimos, ela pode ocorrer tanto a partir dos córtices sensoriais quanto dos motores. Podemos inferir, no entanto, tratar-se da integração das informações sensoriais, dado que a percepção é entendida por Freeman como o processo ativo de perceber conseqüências das próprias ações.

289 O que pode se referir à função “planejadora” que Freeman, como outros, atribui às descargas corolárias.

290 FREEMAN, 2000, pg. 135-136

consiga extrair uma idéia mais rica apenas com o conceito de “parâmetro de ordem”. De qualquer forma, Freeman nos fornece diversas descrições para a consciência. Algumas descrições se fundamentam em uma lógica “mentalista”, referindo-se a processos experienciados “internamente” - como o “momento de dúvida”. Esta descrição “mentalista” parece expressar adequadamente a idéia que Freeman faz da consciência, permitindo ao leitor comum algum entendimento.

Mas Freeman propõe, além disto, uma “tradução” desta idéia para a linguagem da dinâmica não-linear. Assim, esta mesma consciência descrita acima, do ponto de vista matemático, seria uma “variável de estado”, um “operador dinâmico” ou, mais precisamente, um “operador de ordem”.

Em que medida tais conceitos se assemelham à “descrição mentalista” de Freeman?

Em que medida eles enriquecem nosso entendimento da consciência?

Esta pode ser a base de um novo paradigma na neurociência?

Para alguns autores, como Thompson e Varela, a concepção da consciência enquanto “operador de ordem” (uma espécie de “variável coletiva”) seria uma forma de explicar a ação da consciência em um mundo material causalmente fechado.²⁹¹ Tal qual um operador de ordem, a consciência agiria como uma espécie de causa formal, estruturando o todo e interferindo nos processos locais. Vejamos esta idéia mais de perto.

A consciência enquanto operador dinâmico

Um operador, na matemática, é uma ferramenta para se transformar um número (ou conjunto de) em outro (idem), assim como a soma, divisão, etc. Os operadores são articulados, por exemplo, em funções, permitindo essa transformação de formas bastante

291 THOMPSON, E. VARELA, F. 2001 Radical embodiment: neural dynamics and consciousness. *Trends in Cognitive Sciences* Vol.5 No.10

diversas. Como Freeman utiliza esta idéia? Vejamos uma metáfora utilizada pelo autor:

“A consciência (consciousness), na visão neurodinâmica, é uma variável de estado interno global composta por uma seqüência de estados momentâneos de consciência (awareness). Seu papel regulatório é comparável àquele do operador em um termostato, que instancia a diferença entre a temperatura detectada e um ponto fixo, e inicia a ação corretiva ligando ou desligando o aquecedor. A variável de estado da máquina tem uma história pequena e não tem capacidade de aprender ou determinar seu próprio ponto fixo, mas o princípio é o mesmo: o estado interno é uma forma de energia, um operador, uma previsão do futuro, e um portador de informação que está disponível ao sistema como um todo. É um protótipo, um precursor evolutivo, não deve ser confundido com consciência (awareness)...”

Ao que parece, o autor considera a consciência como derivada da **homeostase**²⁹², apresentado, no entanto, algumas distinções: memória, aprendizado e capacidade de mudar os próprios referenciais. Em comum, a consciência e a homeostase seriam operadores, portadores de informação, e previsões do futuro. Este último aspecto, entretanto, não está claro.

Podemos notar, também, uma clara distinção entre “awareness” e “consciousness”, embora em outros momentos o autor pareça utilizar estes conceitos como sinônimos. Um deles seria os “estados momentâneos de consciência”, e o outro seria a “seqüência temporal” destes estados. Qual é o sentido desta distinção? Aparentemente, o autor utiliza uma estrutura matemática de pensamento, onde os valores instantâneos de x poderiam ser determinados por uma função $f(x)$ que relacionasse x a outras variáveis e parâmetros, prevendo seu valor ao longo do tempo. Entretanto, tal escolha pressupõe que a consciência, chamada por muitos de “fluxo de pensamento”, possa ser descrita em termos de recortes temporais instantâneos. Bergson, que relaciona o tempo – enquanto mudança, fluxo – e a consciência, nos adverte sobre esta questão:

“...chocou-nos bastante ver que o tempo real, que desempenha papel de destaque em toda a filosofia da evolução, escapa às matemáticas. Sua essência constituindo em passar, nenhuma de suas partes pode permanecer ainda,

292 Ou, ao menos, da Homeorese. “D. Sahal (1979) distinguiu a homeostase (capacidade de um sistema de retornar a um estado prévio, após sofrer uma perturbação) da homeorese (capacidade de atingir estágio de estabilidade através de instabilidades)” PEREIRA, A. GUIMARÃES, R. CHAVES, J. 1996. Auto-organização na biologia. In *Auto-organização: estudos interdisciplinares*, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18

quando outra se apresenta. A sobreposição das partes é, pois, impossível, inimaginável, inconcebível."²⁹³

Seguindo este raciocínio dentro da perspectiva bergsoniana, poderíamos considerar que a contribuição de Freeman não seria significativa para o entendimento da ação da consciência na matéria. Talvez sua importância esteja, segundo entendemos, na descrição precisa dos “resultados materiais” desta ação. Antes de formular qualquer julgamento, no entanto, precisamos conhecer melhor os conceitos matemáticos utilizados pelo autor.

Sinergética e parâmetros de ordem

Aparentemente, Freeman utiliza uma estrutura conceitual e matemática semelhante à de Hermann Haken. Trata-se da **Sinergética**, uma teoria que visa descrever os processos auto-organizados em sistemas abertos longe do equilíbrio termodinâmico. Haken, por sua vez, utiliza o conceito de “parâmetro de ordem” presente na teoria de Ginzburg-Landau para explicar a supercondutividade. Esta, por sua vez, originou-se das seguintes idéias:

*“A supercondutividade é um fenômeno quântico macroscópico que ocorre em baixas temperaturas... descoberto por Kamerlingh Onnes ... ele viu que abaixo de 4 Kelvin (a resistência elétrica do mercúrio) caía abruptamente para zero. ... o entendimento termodinâmico começou em 1934 quando Gorter e Casimir introduziram o conceito de um parâmetro de ordem para descrever as correntes permanentes. ... o que Gorter e Casimir fizeram foi introduzir uma quantidade ... que é proporcional à densidade p de elétrons supercondutores.”*²⁹⁴

Ao que parece, o fenômeno quântico da supercondutividade não era adequadamente descrito em termos microscópicos, o que levou os cientistas a introduzirem uma nova quantidade, relacionada a uma propriedade macroscópica (densidade). Esta propriedade só existe após uma transição de fase que ocorre numa temperatura definida, o ponto crítico. Este princípio básico na relação entre todo e partes repete-se na Sinergética de

293 BERGSON, Henri, 1934. O pensamento e o Movente (Introdução). In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo. pg. 101.

294 KLEINERT, H.1989. *Gauge fields in condensed matter*. World Scientific Teaneck, NJ. Pgs. 307 a 309

Haken e na descrição de Freeman para a consciência.

Sinergia significa cooperação, trabalho conjunto.²⁹⁵ Para Haken, a sinérgica é uma ferramenta metodológica que pode ser utilizada em diversos campos, permitindo a construção de “*algumas pontes entre as ciências naturais e as humanidades*”.²⁹⁶ Este autor considera, de maneira semelhante a Freeman, que começa a ocorrer uma “*mudança radical de paradigma, uma transição conceitual do ser para o “vir a ser”, ... de imagens de ordem para caos gerando novas estruturas de evolução ordenada, ... de evolução para co-evolução... O novo estilo sinérgico de pensar é evolutivo, não linear e holístico*”.

Foi Haken quem formulou a idéia do “princípio escravizador”, remetendo-se também ao conceito de causalidade circular:

“A dinâmica evolutiva complexa de sistemas com múltiplos componentes pode ser descrita por apenas algumas poucas variáveis, os assim chamados parâmetros de ordem (Haken, 1977, 1988). ... Eles “escravizam” o movimento das partes microscópicas e permitem ao sistema encontrar uma de suas próprias estruturas.”

“As partes individuais de um sistema geram parâmetros de ordem que por sua vez determinam o comportamento das partes individuais. Este é o princípio da causalidade circular. ... Portanto, os poucos parâmetros de ordem e as poucas possibilidades que eles contém ao aceitar seus estados individuais refletem o fato de que em sistemas complexos apenas poucas estruturas definidas ... auto-consistentes com respeito aos elementos do sistema são possíveis. ... mesmo que algumas configurações sejam geradas artificialmente de fora apenas algumas delas são realmente viáveis. Isto vale para qualquer sistema, mesmo para sociedades.”

Ou seja: o sistema apresentaria, a princípio, diversos futuros possíveis. No entanto, dadas suas características internas, apenas poucos destes futuros são realmente viáveis. Isto estaria representado no que o Haken chama de “**leis de proibição**” - como a lei de conservação de energia. Estas leis, no entanto, não seriam deduzidas da descrição microscópica do sistema, mas sim de outras fontes de conhecimento.²⁹⁷ Os parâmetros de

295 *syn* denota união, enquanto *érgon* se refere a trabalho.

296 HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000. Arbitrariness in nature: synergetics and evolutionary laws of prohibition. *Journal for General Philosophy of Science*

297 “O conhecimento de restrições, de algo que não pode ser em princípio construído em um certo sistema, já é um conhecimento disponível ao homem” (HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000). Esta opinião é compartilhada por outros autores: “... no plano prático, material tais relações e estados podem não ser muito bem definidos. As relações, neste caso, são inferidas a partir da observação ou de um conhecimento teórico a respeito do objeto.” PESSOA Jr, O, 1996. Medidas Sistêmicas e Organização. pg. 130

ordem, da mesma forma, devem partir da observação macroscópica do sistema no devido estado “organizado” - como a resistência dos supercondutores. Assim, podemos dizer que Haken, assim como Ginzburg e Landau, formularam soluções macroscópicas para problemas que não podiam ser resolvidos microscopicamente.

Vejamos a ilustração 18 com o intuito de estimular nossa “imaginação conceitual”.

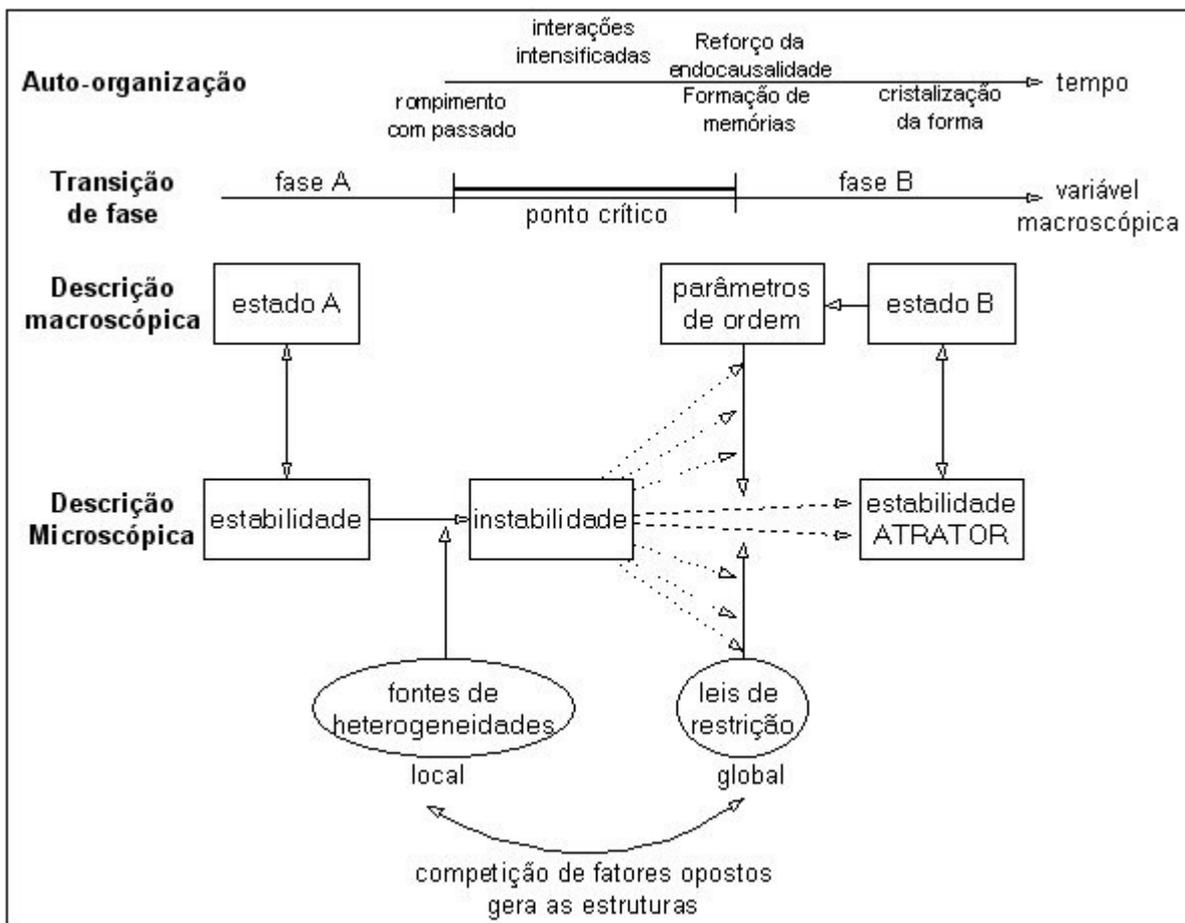


Ilustração 18: representação de relações entre conceitos da sinérgica (de Haken) e as “etapas” da auto-organização (de Debrun). Podemos observar que o atrator é possível dentro da perspectiva microscópica, mas ela não explica por que ele é provável – ou mesmo, algumas vezes, determinístico. Para isto, precisamos recorrer a conhecimentos oriundos de fontes diversas, que serão representados nos parâmetros de ordem, ou seja, leis de proibição.

Esta figura poderia descrever, por exemplo, o aparecimento da supercondutividade em materiais próximos ao zero absoluto,²⁹⁸ ou a mudança de vapor para água (metáfora utilizada por Freeman para descrever a formação dos “pacotes de onda” no

²⁹⁸ Uma transição de fase de segunda ordem.

córtex). Nos pontos de fusão ou ebulição,²⁹⁹ a temperatura média (uma variável macroscópica que serve de parâmetro) permanece constante até que todo o sistema tenha cristalizado uma nova forma. É como se a temperatura parasse no tempo durante a mudança de estado físico. Nesta breve duração, o parâmetro de ordem é inicialmente nulo, e deverá ser criado - num processo auto-organizado - pelo próprio sistema.

Este seria, podemos supor, o “momento de dúvida” correspondente à **consciência** de Freeman, que “atuaria” como um parâmetro de ordem – espalhando as heterogeneidades e recuperando a estabilidade do sistema (levando-o a um novo atrator). Isto ocorreria com certas restrições descritas pelas leis da sinérgica. Haken considera que o caos pode levar à falha do princípio escravista.³⁰⁰ Freeman utiliza esta idéia para “traduzir” a relação entre **emoção** e consciência para a linguagem da neurodinâmica. Para ele, “a *emoção vem do caos cerebral preparatório*” enquanto a “*ação irracional vem do fechamento prematuro*”.³⁰¹ Explicando melhor:

*“Nesta visão, a emoção é definida como o ímpeto para a ação, mais especificamente, como a ação iminente. Seu grau é proporcional à amplitude das flutuações caóticas no sistema límbico, que aparece como a profundidade de modulação das ondas portadoras dos padrões de atividade neural límbica ... comportamentos vistos como irracionais ... resultam do escape prematuro das flutuações caóticas da fermentação e alisamento do operador consciência.”*³⁰²

Assim, as emoções gerariam caos - as flutuações límbicas³⁰³ - que seria controlado pela consciência, através de uma “parada entre a percepção e a ação”. Caso este tempo não possa ser “completado”, a ação poderá ser irracional; o que sugere a consciência, neste caso, como sinônimo de **razão**. A emoção (caos) e a consciência (parâmetro de ordem) seriam, no cérebro, os fatores opostos que Haken identificou nos sistemas auto-organizados:

299 Transições de fase de primeira ordem.

300 HAKEN, H. 2004. *Synergetics: Introduction and Advanced Topics*. Springer.

301 FREEMAN, 2005. Emotion is from preparatory brain chaos; irrational action is from premature closure. in *Behavioral and Brain Sciences*, 28: 204-205

302 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12) pg.143-72.

303 Assim como os estímulos externos são, podemos supor, fontes de caos, de flutuações, nos córtices sensoriais. Eles levam ao desequilíbrio inicial que, segundo Freeman, cristalizará na forma de pacotes de onda e seus padrões MA.

um é criador de heterogeneidades e o outro as controla segundo as características internas do sistema. A emoção, podemos inferir, seria criativa e destruidora como o caos. Tudo dependeria do sucesso da ação da consciência, ou seja, da razão.

Aparentemente, para Freeman, o **sistema límbico** é a chave para o entendimento do cérebro. Sua modulação em amplitude carregaria uma hipótese (sensorial e/ou perceptiva), sendo que o grau de modulação, algo como a intensidade da hipótese, seria definido pelas emoções. Talvez possamos atribuir ao neocórtex, supostamente responsável pelo teste destas hipóteses, a atividade proibitiva da consciência, pois apenas algumas hipóteses seriam confirmadas. Talvez o autor considere a existência de um “self límbico” caótico e dinâmico, como sugere a crítica que faz a outras linhas de pensamento:

“materialistas e psicanalistas vêem o self límbico como uma máquina dirigida por necessidades metabólicas e instintos inatos, o id, que carrega o ego como um crítico racional que luta para manter o controle causal ...”³⁰⁴

Restam, neste momento, algumas questões.

- 1- Dentre os diferentes parâmetros de ordem, quais podem ser relacionados à consciência? Afinal, se Freeman recusa o pansiquismo, não poderá atribuir consciência a qualquer parâmetro de ordem - caso contrário, poderia considerar as nuvens de uma tempestade como carregadas de atividade consciente. Na mesma linha, podemos perguntar: o que faz um parâmetro de ordem se constituir numa ação da consciência?
- 2- Na ausência da consciência, quem controlaria o caos resultante das emoções? A intencionalidade? Há alguma diferença entre “consciência” e “intencionalidade” neste caso? Afinal, ambos atuariam pela “previsão” dos diferentes futuros possíveis a partir da experiência passada.
- 3- Existem evidências correlacionando amplitude das oscilações límbicas e “intensidade dos estados emocionais”?

³⁰⁴ Podemos observar que a descrição da relação entre razão e emoção, segundo Freeman, não parece tão diferente da descrição que ele faz de outras linhas de pensamento. FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In Journal of Consciousness Studies 6 (11-12) pg.143-72.

- 4- Quais seriam as diferenças entre os modelos de Freeman e de Haken,³⁰⁵ já que eles são descritos (verbalmente) de forma semelhante? Por que há poucos estudos comparando diferentes modelos dinâmicos para o cérebro?
- 5- A importância dos parâmetros de ordem – o princípio escravizador – é um reflexo da nossa incapacidade de conceber a mudança de fase microscopicamente? Voltando à figura 18, podemos observar que não há uma linha contínua que leve da fase A à fase B, tanto na descrição macroscópica quanto na microscópica. Estamos, com isto, representando a aparente incapacidade de se formular uma explicação completa do processo: ou seja, segundo pudemos entender, enquanto a descrição microscópica oferece soluções demais, a descrição macroscópica só nos permite reconhecer os estados A e B. Nenhuma das duas, isoladamente, nos permitiria descrever o processo de formação de ordem. Contudo, podemos articulá-las, utilizando a descrição macroscópica para reduzir as soluções microscópicas. Assim, ao que parece, a importância dos parâmetros de ordem tem sua origem na metodologia matemática utilizada.³⁰⁶ O que nos levaria a diversos outros questionamentos, como veremos no próximo capítulo ou já na pergunta abaixo.
- 6- Os parâmetros de ordem, sendo elementos matemáticos indispensáveis para a descrição da auto-organização cerebral, teriam alguma correspondência no “mundo real”? Afinal, quando dizemos que a *velocidade* é a razão entre *variação no espaço* e *variação no tempo*, consideramos que os dois últimos termos correspondem a características “reais” do movimento de certo objeto. São representações matemáticas de algo que existe de fato.³⁰⁷ Mas eles não são parâmetros, e sim variáveis. Os parâmetros têm natureza diferente das variáveis, pois além de serem fixos, têm como função a adequação das relações entre

305 Haken também formulou, junto com outros autores, uma teoria sinérgica da atividade cerebral. JIRSA, VK. HAKEN, H. 1996. Field Theory of Electromagnetic Brain Activity. *Physical Review Letters*.

306 Aprofundaremos estas questões no capítulo a seguir.

307 Evidentemente, podemos tecer críticas aos conceitos de tempo e espaço, remetendo-nos à relatividade geral, à geometria não-euclidiana, ou à possibilidade de que ambos sejam características *a priori* do conhecimento. O que não interfere na relação de correspondência entre esses símbolos matemáticos e certos elementos presentes na nossa experiência comum.

variáveis aos resultados empíricos. Assim, a necessidade dos parâmetros de ordem na descrição dos processos auto-organizados parece ser uma “evidência matemática” de certa propriedade como, por exemplo, a capacidade cerebral de espalhar e selecionar flutuações locais. Esta é uma hipótese. A explicação alternativa seria considerar os parâmetros de ordem como meros recursos matemáticos para adequar equações que (ainda?) não descrevem precisamente seus objetos. É possível, inclusive, e talvez até mais interessante, não tomarmos tais explicações como excludentes.

Vamos nos restringir, agora, apenas às questões 1 e 5. Para testar empiricamente a primeira, poderíamos buscar parâmetros de ordem típicos de “estados conscientes”, que não fossem encontrados em estados “não conscientes”. Para tanto, teríamos que adotar determinada concepção de consciência. Um estudo recente neste sentido tomou a consciência como estado de vigília, em oposição ao sono provocado por uma anestesia geral:

“Pareceria plausível que a transição da consciência para a inconsciência possa ser análoga a uma transição de fase da ordem para a desordem. ... Se as transições de fase ordenada/desordenada é uma imagem realística da alteração cortical que ocorre com a perda de consciência, então deveria existir um parâmetro de ordem.”³⁰⁸

Embora os autores tenham conseguido algum sucesso, muitos dados não se encaixaram adequadamente, revelando dificuldades na obtenção de um parâmetro de ordem que descrevesse a consciência (enquanto estado de vigília) como uma “determinada organização” da atividade cortical:

“Esses comportamentos mais complicados são difíceis de interpretar em termos do conceito de simples transições de fase ordenado/desordenado. Em alguns casos pareceu haver uma espécie de “troca” intermitente entre fases acordadas e inconscientes.”

Freeman, por sua vez, não parece ter investigado e testado a hipótese de que a consciência corresponde a um padrão de ordem. Ele acredita, no entanto, que correlações podem ser encontradas dentro deste paradigma.

308 SLEIGH, J.W, STEYN-ROSS, D.A., STEYN-ROSS, M. 1998. The First Time-Derivative of the EEG: A Possible Proxy for the Order-Parameter for the Cerebral Cortex. In *Complexity International*, vol. 6.

Voltemo-nos , agora, para a questão 5, que originou o capítulo a seguir.

A causalidade circular pode levar a um dualismo de propriedades?

Vejam os um pouco do que já sabemos. As “propriedades internas” de um sistema - conceito aparentemente similar ao de “propriedades emergentes” – seriam representadas em parâmetros de ordem, que restringiriam as possibilidades de evolução do mesmo.³⁰⁹ Disto resulta a idéia de atrator, um estado estável para o qual o sistema evolui, embora pudesse, à princípio, ter tomado outros rumos:

*“Embora o futuro esteja aberto, e há um número de caminhos evolutivos possíveis para um sistema complexo, ... Apenas um conjunto definido de caminhos evolutivos possíveis, atratores-estruturais ... está disponível ... para implementação no sistema. Apenas um espectro discreto de caminhos evolutivos é 'permitido'. A palavra 'permitido' significa aqui 'permitido' pelo próprio sistema, pelas propriedades internas do sistema”.*³¹⁰

Mas como os parâmetros de ordem ajudam, na prática, a descrever os movimentos microscópicos de certo sistema?

“As características das propriedades internas de um sistema complexo entram como parâmetros na equação diferencial não-linear correspondente. Se as características mudam, o conjunto de “eigenfunctions” da equação mudam também. Para expressar isto numa imagem mental, o campo de caminhos evolutivos possíveis de um sistema complexo para o futuro pode ser reconstruído ... dependendo das propriedades internas do sistema”

Esta parece uma imagem sedutora numa “perspectiva materialista”. Nosso futuro dependeria, ao menos em parte, do que acontece dentro de nós, o que já é mais “agradável” do que viver submetido a leis determinísticas do movimento da matéria. Não se trata, no entanto, para Haken, de uma “defesa” pura e simples do indeterminismo do caos, mas sim de uma “constatação” que deveria, inclusive, ser superada em alguma medida. Para isto existiria, afinal, a ciência da sinérgica, o estudo das co-evoluções e cooperações num

³⁰⁹ Podemos notar, nesta solução metodológica, certa “redundância conceitual”. Ou seja, precisamos saber as características do sistema como um todo para poder saber como ele evoluirá. Será isto uma explicação e uma inovação conceitual, ou apenas uma inovação tecnológica que nos permite voltar a velhos conceitos?

³¹⁰ HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000. Arbitrariness in nature: synergetics and evolutionary laws of prohibition. *Journal for General Philosophy of Science*

sistema, que nos permitiria prever - um pouco melhor - a evolução de certos fenômenos complexos. Em outras palavras: se não considerarmos as cooperações, podemos prever múltiplos futuros possíveis a certos sistemas. As ferramentas da sinérgica, entretanto, nos ajudariam a restringir estas soluções a apenas algumas realmente viáveis (a “longo prazo”, pois flutuações existiriam a “curto prazo”).

Mas para isto, como vimos, precisamos saber algumas “propriedades internas” do sistema – para construir os parâmetros de ordem – ou outras “leis de proibição”. Estas informações não viriam do modelo microscópico, mas de outras fontes de conhecimento. Estas fontes podem ser, por exemplo, *medidas macroscópicas* do sistema – como a resistência de objetos supercondutores ou, podemos supor, os padrões espaciais de modulação em amplitude nas populações neurais. Ou seja: primeiro se escolhe uma característica macroscópica que, por algum motivo, é significativa; e depois se introduz esta medida como um parâmetro na equação não-linear diferencial “original”. O próprio Haken utiliza a mesma estrutura conceitual para formular uma teoria de campo para as ondas cerebrais:

*“Os parâmetros de ordem são determinados e criados pela cooperação de quantidades microscópicas, mas ao mesmo tempo os parâmetros de ordem governam o comportamento do sistema como um todo. Baseados nesta abordagem modelos fenomenológicos foram construídos no passado para diferentes experimentos com o intuito de encontrar equações de evolução que descrevessem a dinâmica macroscópica observada experimentalmente”.*³¹¹

Ao que parece, portanto, a idéia de que “os parâmetros de ordem governam os movimentos microscópicos” é uma descrição da metodologia matemática utilizada. A equação que descreve os movimentos microscópicos resultaria em muitas soluções possíveis, talvez incalculáveis. O parâmetros de ordem inseridos na equação “filtram” muitas destas soluções, permitindo a descrição matemática de um sistema que, por algum motivo, evolui em direção ao estado atrator (ver a ilustração 18). O motivo desta tendência, no entanto, não precisa ser conhecido. Basta que se tenha escolhido uma variável macroscópica adequada. Em outras palavras, parece existir uma espécie de “abismo” entre a descrição microscópica e a

311 JIRSA, VK. HAKEN, H. 1996. Field Theory of Electromagnetic Brain Activity. Physical Review Letters.

descrição macroscópica do sistema, ao menos durante a auto-organização.

Neste ponto, chegamos a duas questões:

- 1- como reproduzir a evolução de um sistema caótico? Certamente, recortes e aproximações terão que ser feitos;
- 2- reproduzir a forma é reproduzir o conteúdo? Podemos nos referir, no caso da consciência, ao conhecido argumento do quarto chinês formulado por Searle.³¹²

Não é de se espantar que possamos encontrar mais do que um modelo não-linear para simular as ondas cerebrais, como os de Freeman e Haken. Segundo nossa pesquisa, ambos são fundamentados: 1) na sinérgica; 2) em osciladores não-lineares; e 3) um tempo comum que permite a cooperação. Não encontramos, no entanto, estudos comparando estes dois modelos. Por que? Em busca de uma resposta, vejamos algumas etapas na modelagem das ondas cerebrais feita por Freeman:

“...O segundo passo é medir as relações de input-output do sistema e emparelhá-las às variáveis de estado do modelo e seu input. Pares input-output são coletados até que não haja mais surpresas. Um modelo é construído com equações diferenciais, e os parâmetros do modelo são avaliados ajustando as curvas de solução das equações às observações experimentais”³¹³

Com este método, nos parece, é possível se obter soluções macroscópicas para problemas microscópicos e, ainda assim, *não se entender ao certo a “tradução” desta solução matemática para o problema real*. Ou seja, podemos simular, em alguma medida, a evolução de certo sistema caótico, se escolhermos as equações que fazem justamente isto. Tal modelo pode ajudar a esclarecer a natureza do problema, ou não. Afinal, reproduzir a forma não significa reproduzir o conteúdo, ao menos quando a forma é uma simplificação da “forma real”. A questão central, ao que parece, é a escolha de variáveis macroscópicas adequadas.

Além disto, *este método parece possibilitar diferentes repostas para o mesmo problema*: diferentes equações diferenciais que simulem, em alguma medida, certo aspecto da

312 SEARLE, J. R. 1980. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3)

313 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1) pg. 5

atividade neural, como as ondas do EEG. Assim, é possível que existam diversos modelos não-lineares sobre a dinâmica neural que, no entanto, podem não ser comparáveis ou compreensíveis. Ser incompreensível não é, neste caso, tão complicado, visto que os modelos matemáticos da física contemporânea não precisam ser intuitivos, mas sim descrever precisamente os fenômenos a que se referem. No entanto, esta aparente dificuldade em se comparar modelos não-lineares – que apresentam descrição verbal semelhante – pode se constituir num obstáculo para a busca de um consenso na neurodinâmica.

As observações anteriores refletem certa dificuldade em se obter modelos não-lineares consensuais que expliquem o sistema ou descrevam sua evolução de forma precisa. Quanto mais complexo e caótico for o sistema, podemos supor, maior será esta dificuldade. Talvez isto também esteja relacionado à forma geral destes modelos, que pressupõe *duas descrições distintas do mesmo objeto*: uma microscópica e outra macroscópica.

Vejamos. Para Freeman, as flutuações caóticas “rápidas” e locais revelam as heterogeneidades, enquanto as “leis globais de restrição” operam de forma a “permitir” apenas uma ou poucas possibilidades a longo prazo. A consciência, portanto, sendo um parâmetro de ordem, uma lei de restrição, atuaria “comparando” estes diferentes futuros possíveis e “escolhendo” apenas aqueles que levariam a uma estabilidade do sistema (ver ilustração 18). Ou seja, a uma permanência de suas propriedades – afinal, foram justamente estas propriedades que nos permitiram construir os parâmetros de ordem.³¹⁴ Como escreve Haken:

“...algumas estruturas evolutivas que não correspondem às próprias estruturas do sistema serão simplesmente instáveis. Elas irão decair rapidamente.”³¹⁵

Faz sentido. No entanto, não parece fazer muito sentido dizer que os parâmetros de ordem “governam” o microscópico: seria mais razoável dizer que o

314 Caso a auto-organização seja “intensa”, as características do atrator poderão ser bastante diferentes do estado original, obrigando os cientistas a encontrarem parâmetros de ordem *a posteriori*.

315 HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000. Arbitrariness in nature: synergetics and evolutionary laws of prohibition. *Journal for General Philosophy of Science*

microscópico governa a si mesmo através de suas interações. Por que, então, esta ênfase na interferência do global sobre o microscópico?

Ao que parece, a única resposta disponível é a (atual?) incapacidade de descrever a neurodinâmica microscopicamente. Precisamos “adicionar” um referencial macroscópico na equação. Esta natureza “mista” da descrição microscópica, de certo modo, nos remete ao dualismo de propriedades. A busca dinamicista e emergentista, no entanto, é no sentido inverso, como também destaca Haken:

*“A sinérgica revela leis fundamentando os fenômenos emergentes A ciência tenta conectar diferentes níveis micro – e macro – da realidade assim como diferentes momentos temporais no eixo do tempo”*³¹⁶

Esta conexão, no entanto, segundo pudemos entender, é feita no apenas plano metodológico, não resultando necessariamente em um melhor entendimento do fenômeno. No caso da supercondutividade, os modelos não-lineares parecem ter sido úteis para a posterior elaboração de uma teoria que explicasse o fenômeno em termos de física quântica. Será isto possível também em relação ao cérebro? Poderemos explicar seus movimentos internos sem nos remeter a referenciais macroscópicos? Afinal, a própria descrição fenomenológica dos estados internos através de “conceitos mentalistas” pode ser considerada, segundo podemos entender, uma descrição macroscópica capaz de gerar parâmetros de ordem úteis nos modelos dinamicistas.

A partir das considerações anteriores, portanto, podemos dizer que o modelo neurodinâmico de Freeman se fundamenta em duas descrições do mesmo objeto que ocorrem “paralelamente” (ver figura 18). Uma descrição microscópica e outra macroscópica. O autor, no entanto, considera que: *“consciência e atividade neural não são processos paralelos”*.³¹⁷

Por que Freeman não consideraria os processos cerebrais e mentais como paralelos, se um é uma propriedade global do outro? A vida não ocorre paralelamente aos

316 HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000. Idem

317 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In Journal of Consciousness Studies 6 (11-12)

processos corporais?

Vejam os uma possível resposta. Podemos notar (observando novamente a ilustração 18) que durante a auto-organização há um momento inicial mais caótico e instável, onde as flutuações locais e “forças microscópicas” dominam. Durante o processo, no entanto, o sistema como um todo vai “acumulando experiência”, de forma que algumas estruturas tendam a dominar as outras, “escravizá-las”. Esta seria a ação global da consciência enquanto “parâmetro de ordem”: um operador dinâmico que nos permitiria transformar o conjunto de dados microscópicos do estado A para o conjunto do estado B. Uma tendência do sistema ao equilíbrio, que só se revelaria nas etapas finais do processo. A causalidade circular, neste sentido, nos permitiria descrever estranhas tendências do comportamento microscópico de sistemas auto-organizadores. Como coloca Freeman:

“A inferência causal linear é apropriada e essencial para planejar e interpretar ações humanas e relações pessoais, mas pode ser enganosa quando é aplicada a relações microscópico-microscópico nos cérebros.”³¹⁸

Assim, segundo pudemos entender, a recusa de Freeman ao paralelismo está vinculada às dificuldades em se descrever os processos auto-organizados em termos microscópicos. Embora o “sistema como um todo evoluindo” exista paralelamente ao “sistema enquanto partes interagindo”, existe uma alternância quando tentamos explicar (ou descrever) o que está acontecendo. Em um primeiro momento, a explicação microscópica é suficiente. Com o tempo, no entanto, os sistemas auto-organizados passam a seguir “estranhas”³¹⁹ tendências globais. Eventos microscópicos importantes estão acontecendo neste momento, mas eles não nos ajudam a prever o resultado final do processo. Assim, optamos por incluir um “parâmetro global” na equação que descreve os movimentos microscópicos.

Assim, nossa narrativa sobre, no caso, o cérebro, alternaria entre descrições microscópicas e macroscópicas “paralelas”, de acordo com as possibilidades e limites de cada

318 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In Journal of Consciousness Studies 6 (11-12)

319 Afinal, os padrões dinâmicos macroscópicos são chamados por muitos de “atratores estranhos”.

uma para explicar (ou descrever) os processos neurais.

Podemos considerar esta descrição dual um dualismo de propriedades? Freeman rejeita tanto o dualismo (de substâncias, supomos) quanto o paralelismo. A crítica a ambos se fundamenta na necessidade de concebermos relações causais recíprocas entre o cérebro e a mente. Acima identificamos certo paralelismo no modelo de Freeman. Mas em que medida seu “monismo dinâmico” parece com o dualismo?

Existe uma diferença de propriedades entre a descrição microscópica e a macroscópica?

Segundo podemos entender, a descrição microscópica se fundamenta na dinâmica clássica, “newtoniana”, fundamentada no que Freeman chama de causalidade linear. É um modelo que proporciona entendimento a partir da noção de causa eficiente: os corpos, forças e a inércia nos permitem entender o movimento no espaço e no tempo. São originalmente equações de trajetória que, hoje em dia, podem ser traduzidas em equações de probabilidade – a fim de incluir os sistemas de comportamento mais complexo e os fenômenos quânticos (“ultra-microscópicos”).³²⁰

A descrição microscópica, ao que parece, refere-se ao que chamamos comumente de **matéria**: um conjunto de corpos de movendo no espaço sujeitos a leis determinadas, embora em alguns casos imprevisíveis para a matemática humana. Os corpos reagem de forma instantânea e estereotipada quando submetidos a forças, nos dando a impressão (antropomórfica) de que eles agem sem consciência, sem dúvida. É difícil entender, a partir desta descrição, a origem da forma, da ordem, da própria consciência.

O nível macroscópico, por outro lado, seria diferente. Ele revelaria **tendências** do sistema, sem que uma explicação precisasse ser dada. Afinal, estas tendências são detectadas por medições precisas de variáveis macroscópicas. O próprio fato de existir uma descrição macroscópica já seria uma evidência de que este sistema possui alguma “sinergia

320 PRIGOGINE, I. 2002 *As leis do caos*. Unesp, São Paulo.

interna”,³²¹ dependente de suas características peculiares. Assim, a descrição macroscópica parece apresentar um “fator interno”, próprio dela mesma, ou seja, privado em alguma medida. A descrição macroscópica, além disto, não refere-se a nenhum local específico do sistema. Está em todos eles, de forma mais ou menos intensa - assim como a amplitude da onda portadora na superfície do bulbo. Ou seja, quase que por natureza, a descrição macroscópica não pode ser decomposta ou localizada; é, como se diz, holística. Além disto, neste nível poderíamos obter respostas não encontradas no outro. Afinal, a organização, ou “ordem”, ou forma, é considerada uma propriedade macroscópica. É neste nível que detectamos o atrator e, só então, *a posteriori*, podemos formular parâmetros de ordem que serão “inseridos” no outro nível de descrição (ilustração 18). Em sistemas previsíveis, estes parâmetros de ordem poderão ser invariantes. Na neurodinâmica, até o momento, segundo nossa pesquisa, não foram detectados parâmetros de ordem precisos para descrever a diferença entre sono e vigília.

A partir das considerações anteriores, parece-nos que o nível macroscópico apresenta propriedades semelhantes àquelas comumente relacionadas aos “**aspectos mentais**” da realidade. Da mesma forma, o nível microscópico estaria intimamente relacionado à matéria. Isto estaria de acordo tanto com a causalidade circular quanto com o dualismo. Como, então, diferenciá-los?

Para Freeman, a diferença estaria na existência (ou não) de causas recíprocas, ou seja, na recusa tanto do determinismo quanto da “autonomia” do pensamento, do livre arbítrio. As escolhas conscientes, para o autor, são os estágios finais na tomada de decisão - onde as decisões já tomadas são postas em dúvida, testadas de acordo com a experiência passada. Como estas decisões teriam sido formadas sem a consciência? Pela a intencionalidade, podemos supor. A própria intencionalidade já permitiria esta capacidade de “previsão do futuro com base no passado”. Segundo nossa análise, no entanto, tal capacidade

321 Caso não fosse “hetero-organizado”.

seria permitida, em última instância, pela auto-organização. Ou seja, pela ação do todo (o macroscópico, o “mental”) sobre as partes (o microscópico, o “material”) descrita acima: uma tendência que não precisa ser explicada, apenas constatada.

Assim, a *relação de causalidade que Freeman estabelece entre o micro e o macro parece ser tão “misteriosa” quanto a relação entre alma e corpo no dualismo de substâncias cartesiano*. As tendências, atratores, causas finais ou formais concebidas em certa consciência, em certa mente, interfeririam “misteriosamente” na matéria, fazendo-a agir segundo sua vontade, escravizando-a.

Que diferença haveria, então, entre o dualismo de substâncias e o “monismo dinâmico”? Evidentemente, em primeiro lugar, o número de substâncias existentes na natureza. Mas esta solução não parece muito esclarecedora, em virtude da multiplicidade de interpretações da palavra “substância”.³²² Talvez a questão central seja a origem das flutuações, ou seja, a causa das mais sutis heterogeneidades. Para Descartes, a glândula Pineal seria – de alguma forma não explicável - sensível à vontade da alma. Ou seja, a consciência poderia produzir (e perceber) pequeninas alterações nos movimentos da glândula, que seriam amplificados por mecanismos cerebrais. Existiriam mecanismos para a consciência controlar alguns comportamentos (como mexer o braço), mas outros (abrir e fechar a pupila) não seriam voluntários.

Para Freeman, diferentemente, as flutuações mais sutis são geradas pelo caos, pela interação heterogênea entre os corpos. No caso da ação da consciência sobre o corpo, podemos supor que as flutuações mais significativas seriam as do sistema límbico, responsável por gerar hipóteses e preparar os córtices sensoriais. A intensidade destas flutuações seria, segundo o autor, proporcional ao “grau de emoção”, ou seja, dentro dos

³²² Podemos imaginar, como Leibniz, que existem múltiplas substâncias, cada qual correspondendo a um ser, a um “sistema como um todo” na linguagem deste trabalho. Podemos também imaginar uma substância única, porém com infinitos modos (ou propriedades), dos quais nós perceberíamos apenas dois – como no dualismo de propriedades de Espinosa.

paradigmas da neurociência moderna, a certos estados corporais criados de forma mais ou menos estereotipada em cada espécie.

Assim, ao que parece, o “monismo dinâmico” de Freeman afasta-se dos princípios cartesianos e caminha em direção ao dualismo de propriedades espinosano. No entanto, a recusa da tese do paralelismo, que oferece uma explicação inteligível para as correlações entre o mental e o material, dificulta o entendimento das relações entre todo e partes. Caso a auto-organização não nos forneça uma explicação adequada, o “monismo dinâmico” de Freeman poderá ter herdado ao menos uma característica do dualismo cartesiano: o caráter “misterioso” da relação entre consciência e matéria; ou entre o todo e as partes.

Talvez seja este o caso, visto que o autor considera a questão da natureza da consciência como de menor relevância:

*“O que é consciência (consciousness)? Ela é conhecida pela experiência das atividades do próprio corpo e observação dos corpos de outros. A este respeito, se ela surge da **alma** (Eccles, 1994), ou de propriedades pan-psíquicas da **matéria** (Whitehead, 1938; Penrose, 1994; Chalmers, 1996), ou como uma função das **operações cerebrais** (Searle, 1992; Dennett, 1991; Crick, 1994) não é relevante. As questões pertinentes são – porém ela surge e é experienciada – como e em que sentido ela causa as funções dos cérebros e corpos, e como as funções cerebrais e corporais a causam. Como as ações causam a percepção; como as percepções causam a consciência (awareness); e como os estados de consciência causam as ações? A análise da causalidade é um passo necessário em direção à compreensão da consciência (consciousness)”*.³²³

Esta compreensão, entretanto, ainda não foi alcançada no presente trabalho.

*

Em suma, podemos concluir que o *monismo dinâmico* de Freeman define-se como *emergentista* e *pragmático*, mas apresenta características tanto do *dualismo de propriedades* (diferenças qualitativas entre todo e partes são semelhantes às diferenças “tradicionais” entre mental e material) quanto do *dualismo de substâncias* (o “mistério” na relação entre o todo e as partes, que poderia ter sido “resolvido” com o dualismo de

323 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12) pg. 143.

propriedades). Tais características são articuladas, segundo podemos entender, na perspectiva do *materialismo não-reducionista*, onde o todo e as partes apresentam propriedades diferentes do mesmo sistema dinâmico, e se relacionam mutuamente de forma causal. Freeman recusa as duas formas de dualismo fundamentando-se, em grande parte, na necessidade de se usar o conceito de causalidade – tão eficaz na tecnologia e nos pactos sociais – para compreender as relações entre o mental e o material. A *causalidade circular* poderia ser quebrada em dois membros “lineares” de direção oposta: a causa eficiente (e material, podemos supor) das partes para o todo e a causa formal (e final)³²⁴ do todo para as partes. No entanto, segundo podemos entender, esta é uma tradução verbal de um artifício matemático utilizado para se descrever sistemas não-lineares complexos que apresentam certas tendências globais - os atratores. Isto não leva à questão da matemática enquanto reveladora da ontologia da consciência, algo que parece estar nas bases da proposta de Freeman. Em que medida a matemática revela as propriedades da consciência, e em que medida ocorre o inverso?

Outro questionamento relaciona-se ao uso dos conceitos da dinâmica não-linear para descrever os processos cerebrais a fim de, indiretamente, descrever (e talvez explicar) os processos conscientes. Isto porque, entre os sistemas dinâmicos referidos acima, encontramos também ciclones, programas de computador, supercondutores e cardumes, além dos chamados seres conscientes. Assim, restam algumas perguntas:

- 1- se nem todos os sistemas dinâmicos são conscientes, será a linguagem da dinâmica não-linear adequada para descrever a consciência?
- 2- Respondendo afirmativamente, não estaremos limitando o fenômeno da consciência às suas relações com fenômenos “não-conscientes”?
- 3- Respondendo negativamente, não estaremos pressupondo alguma forma de dualidade, de diferença fundamental entre o material e o mental?

³²⁴ “Encarnada” na idéia das tendências e atratores, ou mesmo de forma explícita - como vimos nas propriedades que o autor atribui à intencionalidade (no capítulo “as bases filosóficas da proposta”).

Outro ponto importante relaciona-se à causalidade circular, tal como descrita por Freeman, que aparece na forma de uma “causalidade linear bidirecional”. Neste paradigma, é difícil distinguirmos a causa da consequência. Segundo podemos entender, o parâmetro de ordem é consequência da atividade microscópica, não sua causa. Neste caso, *precisamos diferenciar “atividade microscópica” de “descrição microscópica da atividade”*. Ele só poderia ser uma causa no sentido da descrição matemática, onde é uma condição necessária para que as soluções da equação correspondam às variáveis macroscópicas observadas.

Hoje, o dualismo é praticamente uma heresia na ciência, seja por questões metodológicas ou filosóficas. Debrun, sobre a separação entre todo e partes promovida pela auto-organização, considera que:

*“essa divisão, no entanto, não chega, a não ser assintoticamente, a se “substancializar”, isto é, a fazer do todo uma substância que pairaria sobre as partes. Já afastamos qualquer possibilidade de volta ao cartesianismo”*³²⁵

Vejamos, agora, o interessante trecho abaixo, onde Searle justifica porque não é um “dualista de propriedades”; preferindo, provavelmente, o que chama de “naturalismo biológico” - descrito por este autor com idéias semelhantes às de Freeman.

*“nós vivemos em exatamente um mundo e existem tantos caminhos diferentes de dividi-lo quanto você queira”*³²⁶

É, de fato, um bom argumento. No entanto, o próprio autor, no mesmo artigo, ao diferenciar a redução ontológica da redução causal, parece apresentar algo de dualista, afinal (grifo nosso):

“e sobre a irredutibilidade? Esta é a distinção crucial entre minha visão e o dualismo de propriedades. A consciência é causalmente redutível aos processos cerebrais, pois todas as características da consciência são respondidas causalmente por processos neurobiológicos e a consciência não tem poder causal próprio em adição aos poderes causais da neurobiologia subjacente. ... Qual é a diferença entre a consciência e outros fenômenos que sofrem um reducionismo ontológico com base em uma redução causal, fenômenos como

325 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. In Auto-organização: estudos interdisciplinares, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18 pg. 41

326 SEARLE, J. Why I Am Not a Property Dualist. *Journal of Consciousness Studies*, 9(12)

cor ou solidez? A diferença é que a consciência tem uma ontologia de primeira-pessoa; ou seja, ela só existe como experienciada por algum humano ou animal, e portanto, não pode ser reduzida a algo que tem uma ontologia de primeira-pessoa, algo que existe independentemente de experiências. É simples assim”.

Como podemos observar, a proposta emergentista – onde incluímos a causalidade circular na dinâmica não-linear de Freeman – não é tão simples quanto parece, pois a diferença entre o todo e as partes pode, de um lado, levar ao dualismo, e do outro, aproximar-se do materialismo reducionista. Prigogine parece descrever uma dificuldade semelhante a esta que encontramos implícita no conceito de “parâmetro de ordem”,³²⁷ concluindo a necessidade de mudança nas próprias leis da física. Observamos isto no trecho abaixo, onde o autor identifica uma incompatibilidade entre a descrição macroscópica (de probabilidades, onde a seta do tempo aponta um único sentido) e a descrição microscópica (de trajetórias, onde o tempo é teoricamente reversível).

*“no caso dos sistemas caóticos, as trajetórias eram 'incalculáveis', mas se podia pensar que se tratasse de uma dificuldade de cálculo sem fundamento teórico. Aqui vemos claramente que o contrário é verdade: a descrição probabilística não é compatível com a descrição em termos de trajetórias. ... A existência da seta, tão evidente em nível macroscópico, mostra que a descrição microscópica e essa seta devem estar em harmonia. Devemos, portanto, eliminar a noção de trajetória da nossa descrição microscópica. ... Para os sistemas estáveis ... a descrição estatística é redutível (à de trajetórias). Ao contrário, para os sistemas caóticos, a única descrição que inclui a tendência ao equilíbrio é a descrição estatística ... (o que) exige uma reformulação da dinâmica no nível dos operadores de evolução”.*³²⁸

Operadores de evolução que, nos parece, correspondem ao que Freeman chama de “operador dinâmico” e “parâmetro de ordem” - justamente os termos com os quais ele busca definir matematicamente a consciência. Se esta interpretação estiver correta, a diferença “ontológica” entre os “parâmetros de ordem” e o resto da equação diferencial seria tanta, que Prigogine consideraria justificável uma mudança nas bases da física no sentido de superar esta diferença, esta dualidade encontrada nos modelos dinâmicos e suas.

327 Esta interpretação do “parâmetro de ordem” enquanto um elemento estranho inserido na descrição microscópica, gerando uma certa “mistura de ontologias” aparentemente homogênea, foi elaborada a partir das leituras realizadas, embora não tenha sido encontrada de forma clara e evidente – ou, ao menos, minimamente consistente. Caso esta interpretação esteja correta, resta saber em que medida tal característica seria inerente aos “parâmetros de ordem”, a fim de encontrarmos formas de resolver ou contornar o problema.

328 PRIGOGINE, I. 2002. As leis do caos. Unesp, São Paulo. pg. 51

Desta forma, segundo podemos entender, a causalidade circular descrita por Freeman, na medida em que se fundamenta numa distinção entre o todo e as partes, apresenta alguma forma de **dualidade**, embora não possa ser agrupada entre o que chamamos de dualismo cartesiano, ou de substâncias. Em relação ao dualismo de propriedades, podemos considerar o todo e as partes como diferentes formas de uma mesma coisa apresentar-se à consciência humana. Partindo deste pressuposto, a única diferença encontrada foi a necessidade, no modelo de Freeman, de utilizarmos o conceito de causalidade para relacionar o mental e o cerebral, ao invés de considerar simplesmente um paralelismo entre ambos. Segundo nossa análise, os dados apresentados por Freeman não são suficientes para se inferir esta relação causal, pois continuam restritos a correlações entre o mental e o cerebral-corporal.

Partindo das considerações acima, talvez possamos dizer que esta distinção entre o todo e as partes, e a dualidade que ela produz: 1) permite o uso da idéia de causa e efeito (que se aplica a dois seres ou processos distintos); 2) justifica o uso de dois tipos de descrições diferentes para a mesma coisa, alternando a narrativa segundo a necessidade de entendimento; 3) dificulta o entendimento da origem da forma macroscópica a partir das flutuações microscópicas. Ao que parece, o conceito de auto-organização poderá nos esclarecer a forma pela qual este processo ocorre e, mais do que isto, os princípios que permitem à matéria tornar-se consciente de si mesma. Assim, a auto-organização poderá nos explicar a natureza da consciência e da subjetividade. Outra possibilidade, é importante ressaltar, é de que ocorra justamente o inverso. Vejamos, então, este aspecto mais de perto.

Consciência e auto-organização

A função da consciência estaria, para Walter Freeman, simbolizada na palavras que atribui a Willian James: “*guiar um sistema nervoso ... muito complexo para regular a si*

mesmo”³²⁹ Em suas próprias palavras:

*“... a consciência tem um papel, mas ele não é iniciar a ação. É preparar o self à luz da experiência...”*³³⁰

*“na visão dinamicista, a intervenção dos estados de consciência (awareness) no processo de consciência (consciousness) organiza a paisagem atratora dos sistemas motores”*³³¹

O que isto significaria? Vejamos uma definição mais simples do autor:

“(a consciência) é um nível mais elevado de auto-organização.”³³²

Considerando as definições anteriores, a consciência seria um processo auto-organizado (de “alto nível”) que unifica a experiência e a percepção, preparando o corpo para a ação adequada. Diversas ações seriam construídas inconscientemente, pela “intencionalidade límbica”, mas apenas alguma delas permaneceria, de acordo com o “formato” das bacias atratoras geradas, no córtex motor, pelos “estados de consciência”. Talvez o mesmo se possa dizer da percepção.

Seria o nível da consciência correspondente aos padrões MA hemisféricos a que Freeman se referia em sua “dinâmica da intencionalidade”? Este excerto mais recente pode ser esclarecedor:

*“Aqui eu proponho que outro nível de hierarquia existe na função cerebral como um atrator hemisférico, do qual os padrões de atividade macroscópica local são os componentes. O membro “para frente” do círculo provê os bursts de oscilações convergindo para o sistema límbico que o desestabilizam para formar novos padrões. O membro “para trás” incorpora os padrões de atividade cortical límbica e sensorial num padrão global de atividade ou parâmetro de ordem que escraviza todos os componentes. A escravização aumenta a coerência entre todos eles, que restringe as flutuações locais ao invés de aumentá-las...”*³³³

Considerando os trechos anteriores, esta parece ser a descrição de Freeman para a formação da consciência (enquanto parâmetro de ordem). Podemos observar que o

329 FREEMAN, 2000, Pg.136

330 FREEMAN, W. SEARLE, J. 1998. Do we understand consciousness? In *Journal of Consciousness Studies*, 5(5-6)

331 Uma proposição de difícil entendimento. FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12) pg.143-72.

332 FREEMAN, W. SEARLE, J. 1998

333 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality.

“membro de feedback” continua sendo o parâmetro de ordem, o formador de padrões globais na causalidade circular. Uma informação interessante refere-se à importância dos córtices sensoriais e límbicos na formação da ordem global (via ação “espalhadora” da consciência). Isto explicaria por que o autor afirma que a consciência altera as bacias de atração do córtex motor (que seria devido ao parâmetro global criado pelas duas outras áreas). Contudo, segundo a arquitetura dinâmica descrita pelo autor, o córtex motor é responsável por criar as bacias de atração no sistema límbico, enquanto este criaria as dos córtices sensoriais (nas descargas corolárias). Trata-se, portanto, de um modelo difícil de ser interpretado nos detalhes, embora não apresente contradições neste aspecto. Afinal, na arquitetura descrita anteriormente,³³⁴ faltava um “membro de feedback” para alterar as bacias atratoras do córtex motor, o que parece ter sido resolvido com a ação sistêmica do “parâmetro de ordem hemisférico”.

Este, ao que parece, seria o nível da consciência. Mas o “global”, na prática, não inclui todas as partes. As principais características do processo consciente estariam relacionadas, segundo pudemos entender, ao sistema límbico (formulação de hipóteses) e aos córtices sensoriais (teste destas hipóteses e imaginação).³³⁵ Os resultados desta ação alterariam o estado dos córtices motores, preparando o organismo para a ação adequada. Segundo o autor, a consciência é uma propriedade global do cérebro, embora neste caso ela seja determinada predominantemente apenas por algumas regiões.

O conceito de “todo” é mais complexo do que pode parecer à primeira vista. Afinal, cada todo é feito de partes, que são um todo em outro nível, e assim por diante - talvez até o infinitamente pequeno ou grande. Isto, por si só, já dificulta uma compreensão global, embora possa ser resolvido, na prática, com a escolha adequada de referenciais e recortes. A questão da origem do primeiro movimento não impede, afinal, os físicos de estudarem os

334 Ilustração 17, no capítulo “a arquitetura dinâmica do sistema límbico”.

335 “As construções reveladas pelos padrões MA resultam do que Aquino chamou de imaginação, e o que eu chamo de dinâmica não-linear de populações neurais” FREEMAN, 2000 pg. 82

movimentos de hoje. Mas como poderíamos relacionar estes referenciais entre si? Como relacionar, por exemplo, o referencial microscópico e o macroscópico? A formulação de parâmetros de ordem a partir dos resultados empíricos nos parece uma relação *a posteriori*; pode, assim, ajudar na construção de tecnologias, mas não esclarece a natureza do processo de formação de ordem global a partir das flutuações locais. Poderíamos, ainda, tecer diversas outras considerações a respeito do conceito de “todo”, remetendo-nos, por exemplo, à Teoria da Gestalt ou às mônadas de Leibniz. Restringindo-nos, entretanto, à questão central deste trabalho, cabe destacar um estudo sobre as relações entre o “todo”, a neurodinâmica e a consciência. Srinivasan e seus colegas elaboraram um engenhoso experimento para identificar padrões neurais globais correlacionados a eventos mentais. Para isto, valeram-se da chamada rivalidade binocular, fazendo pessoas observarem dois estímulos (um com cada olho) simultaneamente: linhas horizontais de uma cor oscilando numa certa frequência e linhas verticais de outra cor oscilando em outra frequência. A percepção consciente era relatada pelos sujeitos, que ora viam um padrão, ora outro – resultado da rivalidade binocular. Enquanto isso, a atividade neural era medida por MEG (MagnetoEncefaloGramma), sendo posteriormente identificadas as regiões que oscilavam em cada uma das duas frequências. Segundo os autores, foram encontradas correlações entre as variáveis neurodinâmicas e fenomenológicas, pois quando o sujeito percebia linhas horizontais, grande parte do seu sistema córtico-talâmico oscilava na mesma frequência do estímulo. Uma parte significativamente menor oscilava na frequência do estímulo “não-consciente”.³³⁶

Ou seja: o conceito de “todo”, na neurodinâmica, não precisa apresentar uma forma absoluta, pois pode também representar apenas uma tendência, algo que pode existir em diferentes graus. A atividade consciente, para Edelman e Tononi, requer um alto grau de sincronia cerebral, ou seja, de processos globais neste órgão. A esta sincronia global

336 SRINIVASAN, R. RUSSELL, DP. EDELMAN, GM. AND TONONI, G. 1999. Increased Synchronization of Neuromagnetic Responses during Conscious Perception. *The Journal of Neuroscience*, 19(13)

corresponderia um certo grau de “integração de informações”.³³⁷ Quando Freeman se refere aos “cones de fase” dos chamados “pacotes de onda”, está se referindo justamente a um padrão de sincronia. Se observarmos as imagens obtidas por Edelman e Tononi, entretanto, não veremos cones, mas padrões complexos. Assim, talvez as observações mesoscópicas de Freeman não possam ser diretamente “traduzidas” para o nível macroscópico, embora os princípios de investigação e explicação sejam os mesmos. De qualquer forma, estes estudos nos sugerem que a atividade consciente requer uma grande sincronia de eventos cerebrais, ou seja, uma ação neural que “tende a ser” global, embora não necessariamente presente em todo o órgão. Esta relativização do conceito de “todo” poderia, por sua vez, nos levar a um último questionamento: se a consciência humana só existe em seres sociais, por que não incluir a sociedade no “todo” quando nos referimos à “causalidade circular” entre a mente humana e a matéria? Por ora, entretanto, parece mais razoável deixar estas reflexões acerca do conceito de “todo” e retomarmos nosso objeto principal.

A ilustração 19 representa nosso entendimento das circularidades no modelo de Walter Freeman, onde a ação da consciência seria tanto mais intensa quanto maior a “dúvida” do sistema em relação à ação a ser tomada. Um reflexo automático ou outro ato inconsciente, podemos supor, estaria restrito ao “loop” da direita (o ciclo intencional), pois a ação da consciência não “seria necessária”. Afinal, a intencionalidade, para Freeman, não pressupõe a consciência. E o organismo, como vimos, é considerado pelo autor uma máquina auto-organizadora.

337 EDELMAN, G. TONONI, G. 1998. Consciousness and complexity. *Science*, vol.282.



Ilustração 19: representação das causalidades circulares descritas por Freeman: à esquerda, o ciclo intencional e à direita o ciclo da consciência inserindo-se no primeiro. Para, o autor, a consciência é uma parada no tempo entre a percepção e a ação, embora não seja condição necessária para o comportamento auto-organizado. Afinal, a intencionalidade não pressuporia a consciência. E a auto-organização explicaria tanto a consciência quanto o ciclo intencional.

Podemos notar o papel central da auto-organização tanto na consciência quanto na intencionalidade, cada qual com seu ciclo. A natureza das circularidades, entretanto, é diferente. À direita, temos a causalidade circular entre corpo e consciência - ou entre cérebro e mente. Segundo Freeman, esta é uma relação entre todo e partes, no sentido de que a consciência seria uma “ação macroscópica” do cérebro sobre si mesmo. À esquerda, vemos o ciclo intencional - não incluímos as questões consideradas anteriormente sobre a simultaneidade ou alternância entre a ação e a percepção. Esta também é uma relação entre todo e partes, mas de natureza diferente, visto que o sistema é parte do meio em que vive. Ou seja, segundo nossa interpretação, o modelo de Freeman se fundamenta em duas circularidades relacionadas aos organismos, ambas possibilitadas pela auto-organização. Elas podem ser consideradas *relações entre todo e partes*, porém de naturezas diferentes: à esquerda, o todo é o meio do qual o sistema é uma parte; à direita, no entanto, o todo e as partes correspondem ao mesmo sistema, diferindo apenas no modo de descrição (macroscópico e microscópico).

Ou seja, segundo as considerações do capítulo anterior, o ciclo da consciência refere-se à relação entre duas descrições do mesmo processo, cada qual referindo-se a um nível. Em certos momentos, o objeto é adequadamente descrito microscopicamente, segundo os modelos e computadores disponíveis. A partir do ponto crítico (ver figura 18), no entanto,

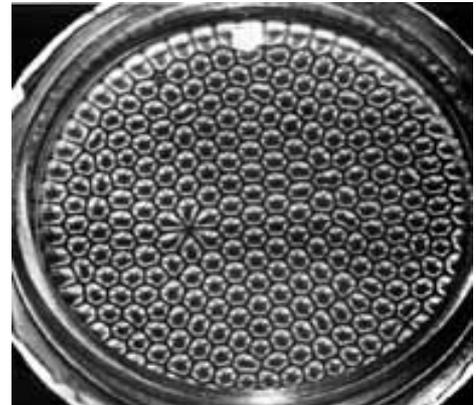
a descrição microscópica torna-se confusa e pouco informativa. A partir daí, o sistema pode se desestruturar e deixar de existir. Mas, algumas vezes, consegue “reorganizar-se sozinho” e encontrar uma nova forma de equilíbrio em condições anormais. Neste caso, terá ocorrido a chamada auto-organização, através de alguma sinergia interna, e então a descrição macroscópica poderá ser útil. Que os seres vivos se auto-organizam, ninguém duvida. Vejamos, então, um caso concreto deste processo ocorrendo na matéria não-viva.

A matéria age “cegamente”?

Um exemplo conhecido e impressionante de auto-organização é a célula de Rayleigh-Bénard.³³⁸ Trata-se de duas lâminas de vidro, dispostas horizontalmente, com um líquido entre elas e uma fonte de calor embaixo. O calor faz com que o líquido se mova de baixo para cima, formando correntes convectivas. Evidentemente, há também um movimento de cima para baixo, pois tais células são sistema abertos em energia mas fechados em matéria. Como se sabe, os líquidos podem se mover de forma previsível e estável, mas podem também formar turbulências – de onde se origina a idéia do caos. Com o aumento do calor embaixo da célula, os movimentos de convecção se tornam mais rápidos, criando flutuações e turbulências. À medida que a temperatura vai aumentando, as turbulências se intensificam. Em certo momento, podemos imaginar, o sistema estará a ponto de se desestruturar, pois as turbulências poderão destruir as lâminas de vidro. Talvez isto acontecesse se elas fossem mais finas ou se o calor fosse adicionado mais rapidamente. Mas na célula de Rayleigh-Bénard isto não acontece. Ao contrário, os átomos do líquido “conseguem encontrar” uma forma de manter o sistema, preservar suas características internas, embora de uma maneira um pouco diferente – tal qual um parâmetro de ordem.

338 SETTE, AM. 1996. máquinas de Brower e auto-organização. In Auto-organização: estudos interdisciplinares, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18 Pg 81.

Como a “matéria resolveu”, neste caso, o problema da turbulência? A partir do ponto crítico, o que se observa nas lâminas de vidro é um padrão semelhante aos favos de mel de uma colméia (ver ilustração 20). Ou seja, colunas convectivas hexagonais. Não é preciso um critério muito preciso de “ordem” para se considerar que houve, neste caso, a criação interna de ordem, às custas de uma fonte de energia externa. Que explicação podemos dar para este fenômeno?



Como a matéria é capaz de realizar tal façanha? Esta pergunta, como vimos, não é considerada relevante para Freeman, pois a causalidade circular nos forneceria uma forma de contorná-la na prática. Para o objetivo deste trabalho, no entanto, a natureza da auto-organização precisa ser minimamente investigada, pois este conceito parece ser a estrutura básica a partir da qual o autor descreve processos importantes, como a intencionalidade e a consciência.

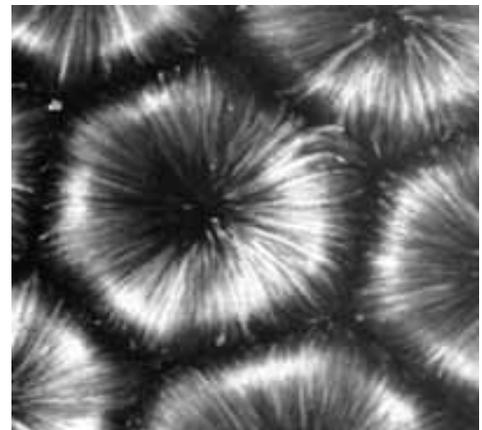


Ilustração 20: padrões macroscópicos observados na convecção de Rayleigh-Bénard. Abaixo, um detalhe do que vemos acima. (imagens disponíveis no portal de Vasily P. Yaremchuk, <http://www.ipmnet.ru/~yarem/rb.html>)

Vejamos uma resposta. Existiam muitas probabilidades de evolução do sistema, e todas ocorreram em alguma medida, rápida e localmente. Aquelas que eram mais estáveis foram “naturalmente” se espalhando, simplesmente por serem mais estáveis. Ou talvez, inversamente, como diz Haken, “...algumas estruturas evolutivas que não correspondem às próprias estruturas do sistema serão simplesmente instáveis”. E o que é instável, por definição, dura pouco. Aparentemente, foi dada uma resposta consistente ao problema. Qual é o pressuposto desta resposta? Novamente, há uma tendência, uma lei de restrição: a matéria tende à estabilidade. Será isto uma evidência de causa final na natureza?

Afinal, se a intencionalidade e a consciência são processos auto-organizados, e ambos se relacionam à finalidade, ou intenção, seria de se esperar que houvesse alguma espécie de “causa final” relacionada aos processos auto-organizados.

Numa formulação antropomórfica: qual seria a “finalidade das moléculas” ao formarem hexágonos? De que maneira isto promoveria a estabilidade? A resposta, curiosamente, é parecida com a que obtemos ao fazer, para um biólogo, a pergunta: por que as abelhas fazem favos hexagonais? Ele provavelmente responderá: para otimizar o uso do material de construção. Se fossem quadrados, triângulos, ou qualquer outra forma, as abelhas teriam que usar mais material nas paredes dos favos. No caso das correntes convectivas, a forma hexagonal minimiza o atrito entre as moléculas que sobem e as que descem, permitindo o movimento mais rápido e diminuindo as turbulências. Trata-se, portanto, de um argumento geométrico bastante convincente – a pavimentação hexagonal tem a menor relação entre perímetro do polígono e área pavimentada. Nossa questão, entretanto, poderia ir mais além: mas como as abelhas sabem disto, se nunca estudaram geometria?

Neste momento, o biólogo poderia responder de duas maneiras: 1) porque as abelhas são inteligentes; ou 2) porque a seleção natural eliminou as abelhas que construíam casas mais onerosas. Ambas as respostas são adequadas a seres vivos. Mas e quanto às moléculas da célula de Rayleigh-Bénard? Serão elas inteligentes? Prigogine interpreta este fenômeno da seguinte maneira:

“... o não-equilíbrio cria muitas correlações “de longo prazo”. Quero assinalar que a matéria em situação de equilíbrio é cega, cada molécula só vê as moléculas mais próximas que a rodeiam. O não-equilíbrio, pelo contrário, leva a matéria a “ver”; eis que surge então uma nova coerência”³³⁹

Ou seja, já que a matéria tende ao equilíbrio (tendência que Prigogine associa à irreversibilidade, à seta do tempo), o que aconteceria se ela fosse, por algum motivo, deslocada do equilíbrio? “Buscaria estabilizar-se”, seja desfazendo o sistema instável, seja

339 PRIGOGINE, I. 2002. As leis do caos. Unesp, São Paulo. pg. 22

reorganizando-o numa nova forma.

Para descrever matematicamente uma tendência, basta colocar um parâmetro na equação - um operador que transformará esta função, reduzindo suas soluções possíveis. Neste ponto, Prigogine, Haken e Freeman parecem concordar. Mas para compreender a natureza desta tendência, a coisa fica bem mais complicada. Afinal, como a física moderna tem nos ensinado, a descrição matemática precisa não leva necessariamente a um “entendimento preciso”. Freeman utiliza a causalidade circular como uma “solução pragmática” para a questão, contornando-a. Haken e Prigogine, por outro lado, investigam a auto-organização mais a fundo, e buscam padrões gerais que possam ser formulados, como diz o último, em “leis do caos” - de natureza, evidentemente, probabilística.

Haken considera que a auto-organização é possibilitada pela cooperação entre as partes do sistema, permitida por uma temporalidade comum a elas e “governada” por um parâmetro de ordem. Esta descrição, segundo nossa análise, é uma metáfora da metodologia matemática utilizada pelo autor (e por Freeman). Ela não proporciona um entendimento da questão, mas se refere a uma descrição precisa do fenômeno. Prigogine, por outro lado, busca relacionar os fenômenos auto-organizados com a própria natureza da matéria. Em sua descrição, no entanto, não podemos deixar de notar um “panpsiquismo” implícito – visão rejeitada por Freeman – relacionado à idéia de “finalidade” que permeia a tendência ao equilíbrio, e às capacidades “perceptivas” da matéria ampliadas pelo não-equilíbrio, ou seja, pela instabilidade. É como se a matéria estivesse “inconsciente” no equilíbrio,³⁴⁰ e fosse “acordada” pelas instabilidades ao seu redor.

Assim, ao tentar tornar inteligível a existência de processos auto-organizados, Prigogine acabou chegando (na metáfora citada acima) a uma relação conceitual inversa a de Freeman: não seria a auto-organização que criaria a consciência, mas sim o contrário. A capacidade de “ver mais longe” que a matéria adquiriria fora do equilíbrio é, afinal, uma

340 Ou numa espécie de “consciência instantânea”, como descreve Bergson se referindo a Leibniz

descrição semelhante ao que Freeman considera a consciência: uma parada no tempo que permite as ações de longo prazo. Sem esta capacidade, seria difícil entender como as moléculas “descobriram”, coletivamente, a forma hexagonal que diminui as instabilidades causadas pela fonte de calor.

Abusando da metáfora, talvez a matéria fique “mais consciente” fora do equilíbrio, e isto possibilite a auto-organização. Os seres vivos, afinal, são justamente sistemas fora do equilíbrio que se auto-organizam. Neste sentido, é como se a consciência fosse uma tentativa da matéria de “reencontrar o equilíbrio perdido” pela ação do caos. Esta parece ser a descrição de Freeman, embora ele geralmente se restrinja à matéria cerebral de vertebrados.

Mas deixemos as metáforas de lado - ao menos algumas delas - e sigamos rumo ao interior do conceito de auto-organização, em busca de outros vestígios de “consciência”.

O conceito de auto-organização

Em primeiro lugar, precisamos de uma definição razoável:

“Há auto-organização cada vez que o advento ou a reestruturação de uma forma, ao longo de um processo, se deve principalmente ao próprio processo – a características nele intrínsecas -, e só em grau menor às condições de partida, ao intercâmbio com o ambiente ou à presença eventual de uma entidade supervisora”³⁴¹

Não há, aparentemente, vestígio algum de “consciência”, “finalidade” ou capacidade de “previsão”. Há apenas um processo que influencia a si mesmo, criando ou reestruturando uma forma. Podemos notar, curiosamente, uma sutil presença do conceito bergsoniano de “**duração**” nesta formulação, sugerindo uma relação entre a auto-organização e aquilo que o filósofo considerava a ação da consciência na matéria.³⁴²

341 DEBRUN, M. 1996. A idéia de auto-organização. pg 4.

342 BERGSON, Henri, 1934. Primeira parte da Introdução de O pensamento e o Movente. In Os pensadores:

Existem “tipos” de auto-organização? Ainda segundo Debrun, podemos distinguir a auto-organização primária (onde elementos “avulsos” - uma “pluralidade externa” - criam uma forma) da secundária (onde um sistema já constituído se torna mais complexo, como o processo de aprendizado em um organismo).³⁴³

O que gera a auto-organização? Em termos de causa eficiente, seria a própria fonte de energia, dado que a auto-organização ocorre em sistemas abertos. Mas o problema principal continua sendo a origem da forma. Vejamos uma possível resposta de Debrun:

“Mas qual é o motor dessa “estrutura auto”? O que é que a põe em movimento e faz com que o processo de auto-organização – enquanto trabalho de si sobre si a partir de um começo “doador de autonomia” (quando constitui um corte real em relação a uma situação anterior) – progrida e avance para a constituição ou a reestruturação da forma?”

O motor principal da auto-organização reside na própria interação entre elementos “realmente distintos” (e soltos), ... ou entre partes “semi-distintas”, no seio de um organismo ... a expressão “partes semi-distintas” significa que o organismo não é um ente “holístico”, em que tudo fusiona com tudo”³⁴⁴

Segundo Haken, como vimos, o que gera as estruturas é a competição entre duas forças opostas: uma criando heterogeneidades e a outra “espalhando-as”. Se buscarmos articular Haken e Debrun em busca da origem da forma na auto-organização, podemos concluir, talvez, que tais “forças” são formas de descrevermos os efeitos das interações dentro do sistema, que podem gerar tanto estabilidade quanto instabilidade.

Assim, a auto-organização seria possibilitada, fundamentalmente, pelas interações (no início mais “igualitárias”). Um exemplo seria, justamente, a criação de um parâmetro de ordem global a partir das cooperações microscópicas. Se a consciência for um “parâmetro de ordem”, portanto, fará sentido dizer que a auto-organização gera a consciência. Mas e se a consciência for a “capacidade de antecipação” que permite os comportamentos de longo prazo? Freeman também usa essa descrição. Será esta uma “tradução verbal” adequada do referido conceito matemático? Como já destacamos algumas vezes, o uso de conceitos

Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.

343 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. pg. 28

344 DEBRUN, M. 1996. A idéia de auto-organização. pg. 9

matemáticos em proposições filosóficas pode gerar significados diferentes dos originais.

Para Debrun,

*“se a “aceitação/antecipação”, indispensável ao ajuste organizacional, implica uma dose mínima de subjetividade, teremos que recusar a possibilidade da auto-organização a elementos que seriam todos inertes, inanimados, como a matéria numa concepção cartesiana ou vizinha.”*³⁴⁵

Assim, ao que parece, os elementos de um sistema auto-organizador apresentam algumas características necessárias, que talvez sejam relacionadas à consciência. Continuemos investigando nesta linha. Para haver auto-organização, precisa haver alguma “finalidade”?

*“A teoria da autopoiese, de H. Maturana e F. Varela, sustenta que os sistemas vivos seriam máquinas que se auto-produzem... A circularidade dos processos vitais tornaria dispensável a noção de teleonomia, assim como a atribuição de propósitos às atividades dos sistemas vivos (do que discordou Andrew, 1979); essas seriam descritas, segundo Varela... por intermédio de uma “álgebra da auto-referência”*³⁴⁶

Debrun, contudo, distingue a autopoiese da auto-organização pelo caráter “instantâneo”³⁴⁷ da primeira. Em relação à questão da finalidade, ele considera a auto-organização primária um:

*“...processo sem sujeito nem elemento central nem finalidade imanente – as possíveis finalidades situando-se ao nível dos elementos”*³⁴⁸

Com isto, tal como Prigogine, Debrun admite que:

*“... não há como evitar uma 'pansubjetividade', mesmo dentro da perspectiva 'neo-mecanicista, introduzida por autores como Prigogine ... e Morin”*³⁴⁹

Neste sentido poderíamos, talvez, dizer que a consciência gera a auto-organização, e não o contrário. Afinal, subjetividade, finalidade e “comportamento de longo prazo” parecem características “mentais”, e não “físicas”. Neste sentido, estaríamos tomando

345 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. pg. 49

346 PEREIRA, A. GUIMARÃES, RC E CHAVES JC. 1996. Auto-organização na biologia: nível ontogenético. In Auto-organização: estudos interdisciplinares, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18 pg. 241

347 Mais precisamente, “Autopoiese e ação simples são “autocentradas”; nelas as três dimensões do tempo tendem a coincidir. Por sua vez, a auto-organização é “esticada”; ela tem sempre, “desde já”, um passado...” DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. Pg 54.

348 DEBRUN, M. 1996. A idéia de auto-organização. pg. 13

349 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. pg. 48

a consciência como um pressuposto dos eventos mentais, uma propriedade da natureza existente em diferentes graus e tipos, mas potencialmente presente em qualquer canto. Para Freeman, diferentemente, o termo consciência tem menor abrangência, restringindo-se, segundo pudemos entender, a alguns vertebrados. Assim, faz sentido a idéia do autor de que a auto-organização gera a intencionalidade e, “um nível acima”, a consciência (sendo a auto-consciência um outro nível ainda superior).

Estas são apenas algumas reflexões suscitadas, sem qualquer pretensão de “confirmar” ou “rejeitar” concepções metafísicas. A auto-organização não precisa pressupor um pansiquismo, mas ela certamente altera a concepção clássica de matéria - um corpo que se move cegamente, guiado pela resultante das forças que atuam sobre ele. Com isto, quem sabe, as propriedades mentais não sejam tão diferentes assim das materiais. Vejamos mais este trecho de Debrun:

“... ou o sujeito está ausente da auto-organização, havendo quando muito – a nível físico, químico ou biológico – uma subjetividade “difusa” ... Ou então o sujeito está presente, mas apenas como elemento (principal, é verdade) da auto-organização secundária... ou como um dos múltiplos 'sujeitinhos' da auto-organização coletiva humana 'primária'. Nunca encontramos, obrando na auto-organização, o sujeito da 'metafísica ocidental', dono de si mesmo como do universo ... Apesar de múltiplos cruzamentos, não há muita compatibilidade ... entre a 'filosofia do sujeito' e as teorias da auto-organização”³⁵⁰

Como vemos, o conceito de auto-organização às vezes pode trazer mais questões do que respostas. É preciso, ao que parece, utilizá-lo com sabedoria, reconhecendo suas limitações e utilidades – o que nos leva ao próximo capítulo. Antes, porém, é preciso fazer algumas considerações.

A questão “quem gera quem?” poderia ser resolvida utilizando-se narrativas causais bidirecionais segundo certo bom senso, o que levaria a algo parecido ao que Freeman descreve como “causalidade circular”. Outra maneira de abordarmos esta questão seria evitar a polissemia do termo “consciência”, diferenciando a “consciência humana” da “mente humana” (que poderia incluir processos não conscientes) e de uma possível “mentalidade”

350 DEBRUN, M. 1996. A idéia de auto-organização. pg. 19

existente na natureza. Partindo destas definições e das considerações anteriores, talvez possamos dizer que *a mentalidade existente na natureza permite a auto-organização, que gera a vida e a mente humana, que é experienciada parcialmente no que chamamos de consciência*. Neste sentido, poderíamos estar nos aproximando do dualismo de propriedades presente, por exemplo, em Espinosa.

Esta idéia nos levaria, por sua vez, a outras questões:

- 1- Por que apenas uma parte do processo auto-organizado (mente) é experienciada pelo sujeito (consciência)? Talvez isto esteja relacionado ao “rompimento com o passado” que ocorre no início do processo auto-organizado, ou à diminuição de diversos atratores paralelamente à cristalização do atrator global.³⁵¹
- 2- Se a mente humana é um tipo de processo auto-organizado, mas não qualquer tipo, quais seriam suas características particulares? Freeman não se aprofunda nesta questão, remetendo-se a “outro nível de auto-organização” e ao uso de símbolos.³⁵² Talvez esta diferença qualitativa entre a mente humana e outros processos supostamente mentais possa ser prevista em termos quantitativos, medindo-se, por exemplo, o grau de complexidade da dinâmica cerebral, como propõem Edelman e Tononi.³⁵³

Auto-organização, previsão e entendimento

Resta-nos, assim, uma última questão sobre a auto-organização. Em que medida ela pode nos permitir um entendimento do fenômeno e, além disto, um conhecimento objetivo do mesmo? Afinal, se Walter Freeman estiver certo, e a auto-organização for a chave para o entendimento das funções cerebrais, precisamos saber em que medida este conceito nos

351 Hipótese formulada a partir das idéias de Debrun. DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária.

352 O que nos lembra, em certa medida, o “quarto andar da torre de gerar e testar” - metáfora utilizada por Dennet para explicar os diversos níveis de organização da inteligência. DENNETT, D. C., 1997. *Tipos de mentes: rumo a uma compreensão da consciência*. Rio de Janeiro: Rocco.

353 EDELMAN, G. TONONI, G. 1998. Consciousness and complexity. *Science*, vol.282.

ajuda a entender o objeto a que se refere. Para responder a esta indagação, precisamos nos remeter a uma outra propriedade da auto-organização: seu “grau” ou “intensidade”.

Debrun considera que a auto-organização pode estar presente em diferentes graus, e propõe uma classificação neste sentido. Abaixo, sintetizamos esta classificação, articulando-a com a diferença entre auto-organização primária e secundária. O autor define um “grau zero” para a “pré auto-organização”, enquanto a auto-organização primária seria de terceiro grau.

Pré auto-organização:

O grau “zero” seria caracterizado pela existência de condicionantes *a priori* que restringem a evolução do sistema de tal maneira que *tanto a “forma final” quanto o processo sejam previsíveis*. Seu comportamento, embora gerado internamente, ainda é rígido e previsível. Como exemplo, temos a “automação mecânica” (o termostato citado por Freeman), fundamentada em cadeias causais que produzem comportamentos *“complicados, mas não mais complexos – no sentido de ‘tipo lógico’ – de um relógio comum”*.³⁵⁴ A automação mecânica poderia produzir máquinas capazes de auto-funcionamento, não de auto-organização, pois pode ser descrita partindo-se de uma externalidade absoluta entre as partes, da hetero-organização.

Auto-organização (secundária?):³⁵⁵

A partir do primeiro grau, a auto-organização toma forma mais coerente com a definição dada. Neste nível, os sistemas seriam capazes de *criar diferentes comportamentos* para cumprir seus objetivos. Não conseguiriam, no entanto, redefinir seus objetivos.

A auto-organização de segundo grau seria caracterizada não só pela possibilidade de se redefinir meios, mas também de se *redefinir fins*. O sistema parte de sua

354 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. pg. 30

355 Nos parece que estes graus correspondem à auto-organização secundária quando tratamos de organismos. Para sistemas não-vivos, no entanto, talvez a identificação destes graus com a auto-organização secundária não seja adequada, visto que ela se refere à aprendizagem de um organismo já dado.

identidade própria para alterar metas, funções e maneiras de atingi-las. O homem pode apresentar auto-organização neste nível.

Auto-organização primária:

O terceiro grau distingue-se dos anteriores pela possibilidade de uma *redefinição do próprio ser*. Tal processo de integração de elementos realmente distintos em uma forma não obedece a uma lei de construção, diferentemente do que ocorre nos graus inferiores. Este grau corresponde à “auto-organização propriamente dita quando um sistema consegue *“ser a própria gênese de seu ser”*”.³⁵⁶

O que esta classificação pode nos acrescentar? Segundo podemos entender, Debrun considera que um grau maior de auto-organização corresponde a uma maior imprevisibilidade do processo. Ou seja, quanto mais algo se auto-organiza, menos poderemos saber de seu futuro. Assim, se o cérebro for realmente fundamentado em processos deste tipo, será difícil prevermos seu comportamento. Talvez seja por isto, inclusive, que Freeman não considera possível a existência de representações (invariantes, devemos acrescentar) no cérebro.

Ao que parece, *a auto-organização dificulta o estudo científico*, dado que este visa, em última instância, uma previsibilidade, um entendimento *a priori* – e não uma explicação *a posteriori*. Os processos de auto-organização primária, de terceiro grau, seriam especialmente problemáticos para as investigações científicas.

Além disto, a fase de “endogenização”,³⁵⁷ onde as relações internas particulares do sistema começam a se tornar determinantes em seu comportamento, leva a uma diferenciação entre o “dentro” e o “fora”. Isto faz com que, em certa medida, *o sistema só possa ser entendido a partir de si mesmo*. Este aspecto pode ter diferentes conseqüências dependendo do contexto e do “grau” da auto-organização. No caso do cérebro, um sistema

356 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. pg. 30

357 Termo também utilizado por Debrun, correspondente à terceira fase da auto-organização (veja as fases no topo da figura 18).

auto-organizador em alguma medida, esta característica pode dificultar a “tendência natural” ao reducionismo encontrada nas ciências. Neste sentido, o caminho natural da neurociência seria, talvez, o “emergentismo moderado” (considerando que uma emergência “radical” esteja demasiado próxima ao dualismo).³⁵⁸ Na prática científica, entretanto, este caráter imprevisível do cérebro auto-organizador pode levar, também, à “redução local”³⁵⁹, uma espécie de “reducionismo moderado”. Afinal, para entender um processo auto-organizado, parece necessário considerarmos suas características peculiares, ao invés de buscar apenas moldá-lo, recortá-lo, segundo alguns padrões gerais encontrados na natureza e na experiência passada. Esta idéia está presente nas duas perspectivas mencionadas acima.

Assim, considerando o grau de auto-organização como proporcional à nossa dificuldade em descrever, prever ou entender o processo a partir de referenciais genéricos e externos ao sistema, resta-nos ainda uma questão: em que medida o cérebro é auto-organizado? Segundo as definições de Debrun e a descrição dinâmica de Freeman, *o cérebro apresentaria auto-organização secundária*, redefinindo os meios do organismo³⁶⁰ cumprir as finalidades necessárias para a manutenção da vida. Talvez também possa, em alguma medida, redefinir seus próprios fins. Assim, embora a auto-organização primária seja incompatível com a previsibilidade, o grau de auto-organização presente no cérebro permite aos neurocientistas encontrar padrões gerais de funcionamento no órgão. Os padrões mais invariantes sugerem a ausência de auto-organização (ou o referido “grau zero”), enquanto padrões mais variáveis, como os mapas de modulação em amplitude de Freeman, indicam processos auto-organizadores em alguma medida. Entretanto, padrões variáveis podem ser tratados estatisticamente e assumirem uma forma invariante, uma média. Com isto, uma das

358 FEINBERG, TE, 2001. Why the mind is not a radically emergent feature of the brain. *Journal of consciousness studies* 8(9-10)

359 Termo descrito por Kim (já comentado no capítulo “correlações e variâncias”) como alternativa ao materialismo não-reducionista. KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York.

360 Talvez seja mais razoável dizer “o organismo redefine seus meios, através de processos onde o cérebro é indispensável”.

críticas de Freeman à atividade neurocientífica atual torna-se mais clara. Se tratarmos os processos auto-organizados da mesma forma com que tratamos os outros, poderemos estar perdendo informações importantes presentes nas sutilezas e desvios considerados como “ruído estatístico”. Neste sentido, as ferramentas matemáticas da dinâmica não-linear podem ser de grande valia, nos permitindo identificar e descrever processos auto-organizados no cérebro.

Por que adotar esta concepção dinamicista?

Vejamos, em primeiro lugar, as evidências, segundo Freeman, de que deve haver um parâmetro de ordem na dinâmica cerebral:³⁶¹

“um operador global deste tipo deve existir, pela seguinte razão. A síntese dos dados sensoriais primeiro em pacotes de ondas corticais e depois em pacotes multimodais leva tempo. ... O disparo das transições de fase no sistema motor pode ocorrer a qualquer hora ... em alguns situações comportamentais emergentes uma resposta rápida é mais efetiva: ação sem reflexão. ... a função esfriadora (quenching) de um operador global para atrasar a decisão e ação pode ser vista como um complemento necessário do lado motor, para prevenir o fechamento prematuro do processo de construir e avaliar os possíveis cursos de ação”

Apenas uma observação. Neste trecho, parece que a “decisão motora” seria tomada pelos córtices motores (após o “teste de hipótese”, supomos), embora a “hipótese motora” tivesse sido criada pelo sistema límbico. Assim, talvez a ação conjunta do sistema límbico e córtices sensoriais – que criariam o padrão global – resulte em uma “decisão motora” no córtex motor. Esta é uma possível interpretação das idéias do autor. Vejamos, agora, a outra evidência:

“evidência para a existência do operador global postulado é encontrada no alto nível de covariância nos EEGs registrados simultaneamente do bulbo e dos córtices visual, auditório, somático e límbico (entorhinal) de animais e de escalpos humanos.”

Resumindo: 1) a função motora às vezes tem que trabalhar rápido, o que pode

361 Trechos retirados de FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In Journal of Consciousness Studies 6 (11-12)

fazer com que gere “ações prematuras”; 2) a atividade dos neurônios co-varia, o que significa que cada um deles não pode agir “livremente” pelo fato de estar imerso no tecido cortical. Ambos os argumentos se relacionam às características dos parâmetros de ordem referidas anteriormente. Assim, podemos dizer que as evidências apontadas parecem confirmar a hipótese de Haken e Freeman: o cérebro, enquanto sistema dinâmico, é constituído de processos que só são adequadamente descritos quando inserimos um parâmetro de ordem. Se considerarmos a matemática como uma espécie de “metáfora universal”, podemos dizer, então, que “há parâmetros de ordem no cérebro”. Assim como muitos poderão dizer, com base na teoria das supercordas, que há “dimensões ocultas” no universo. Em casos extremos, pode-se chegar inclusive ao chamado “platonismo matemático”. Freeman, por certo, não pode ser incluído nesta visão, embora haja, implícita em suas buscas e conceitos, uma considerável valorização das descrições matemáticas no entendimento da natureza e do homem. O platonismo matemático é descrito (e criticado) abaixo nas palavras de Voorhees:

“O platonismo matemático ... é um termo moderno concebido por Paul Bernays (1935) para descrever a 'psicologia popular' da maioria dos matemáticos. ... Nós somos levados a 'ver' um objeto matemático ou uma verdade matemática pela atividade neural envolvida no emprego das metáforas cognitivas usadas para pensar sobre eles, assim como nós somos levados a 'ver' uma árvore pela atividade neural envolvida no processamento sensorial que resulta na imagem percebida de uma árvore”³⁶²

Vejamos, agora, alguns argumentos que o autor utiliza para explicar a importância que atribui ao conceito de causalidade circular, onde os parâmetros de ordem formam o membro de feedback.

“Nossos atributos mentais têm sido caracterizados por milênios como a alma, o espírito ou a consciência que faz de nós não-máquinas. A singularidade da condição humana não é assim explicada, mas o conceito de causalidade circular fornece uma ferramenta para intervenção, quando algo se torna errado, pois o círculo pode ser quebrado em membros de ida e volta. Cada um dele pode ser explicado pela causalidade linear, que nos diz quando e como intervir. O único erro seria atribuir agência causal às partes da máquina.”³⁶³

Não está clara, no entanto, a importância da causalidade circular enquanto tal,

362 VOORHEES, B. 2004 Embodied Mathematics. *Journal of Consciousness Studies*, 11(9)

363 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12)

visto que *o entendimento seria permitido, como no “paradigma vigente”, pela chamada causalidade linear*. Segundo pudemos entender, Freeman considera que o materialismo “clássico” é a forma de pensar dominante. Nele, o cérebro seria concebido como um supercomputador, sendo a mente apenas algo “acoplado” a ele, dependente de seu equilíbrio bioquímico e incapaz de exercer efeito no órgão.

“a explicação corrente das desordens afetivas – muita ou pouca dopamina, serotonina, etc – se assemelha à doutrina hipocrática dos quatro humores, cujos desbalanceamentos são vistos como a causa das doenças”³⁶⁴

É curioso notar que, embora o autor critique a demasiada importância dada atualmente ao “desbalanceamento bioquímico” do cérebro, ele considera os atos irracionais como resultado do “desbalanceamento elétrico” devido a uma “falha” no parâmetro de ordem (na consciência). Haverá alguma diferença significativa entre as duas abordagens?

De qualquer forma, Freeman destaca a importância do aspecto “psicológico” e “social” nas desordens afetivas, simbolizado normalmente na idéia de que a mente pode causar efeitos no corpo, uma espécie de “causalidade linear”.

“Sabe-se que resultados bem sucedidos dependem menos de pílulas e aconselhamento do que da mobilização do apoio da comunidade para os indivíduos afligidos. esses são, também, legados do pensamento causal linear”³⁶⁵

O autor critica, ainda,

“o reconhecimento de que a úlcera pilórica é causada por um bacilo e não por um estresse psíquico ou um estilo de vida prejudicial, insinuando que a causa é “real” e não apenas “psicossomática”³⁶⁶

Assim, ao descrever o cérebro enquanto sistema dinâmico – com certo grau de liberdade e com certas tendências – Freeman parece querer fortalecer a hipótese de que a mente é importante. Ela pode produzir efeitos, mesmo num mundo material causalmente fechado – pois a causa formal não apresenta as restrições que a física impõe à causa eficiente.

A importância da causalidade circular, portanto, estaria ligada a uma defesa da

364 Idem

365 Ibidem.

366 Ibidem

“causalidade linear topo-base” em uma cultura predominantemente “materialista”, base-topo. De maneira mais geral, Freeman parece defender um uso mais livre do conceito de “causalidade linear”, pois ele seria a base da tecnologia e dos contratos sociais. Com isto, o autor atribui importância à “causalidade estatística” que criticara anteriormente:

“fumar causa câncer... mas as fracas evidências da cadeia causal linear completa foi usada pelas companhias de tabaco para dizer que não há provas de que fumar causa câncer.”³⁶⁷

Freeman argumenta, portanto, que deveríamos dar mais importância às correlações estatísticas encontradas, mesmo que não conheçamos o mecanismo completo de interferência de um fator no outro. Este exemplo se aplicaria, podemos entender, ao cérebro. Se for o caso, tanto melhor. Afinal, diante de tantas teorias sobre o funcionamento neural, ficaríamos paralisados se não pudéssemos correlacionar apenas as questões e variáveis que nos interessam. Trata-se, portanto, da construção de soluções e de tecnologia, não do entendimento da maneira pela qual “os cérebros constroem suas mentes”. Ou seja:

“A ciência não causal do entendimento do self difere distintivamente da tecnologia causal do auto-controle”³⁶⁸

Não está claro, no entanto, a que Freeman se refere com “ciência não causal”; talvez seja a psicologia, mas nada impede que seja a própria filosofia. Neste caso, precisaríamos de critérios mais apurados para distinguir entre os domínios da ciência e os da filosofia.

Que “tecnologias” poderiam ser construídas a partir da idéia da consciência como parâmetro de ordem?

“Eu proponho que a atividade globalmente coerente, que é um parâmetro de ordem, pode ser objetivamente correlacionada à consciência (awareness) pela pré-aférence, ... e nos objetivos que são emergentes no sistema límbico. Nesta visão, a consciência é basicamente consangüínea com a variável de estado que intervém num mecanismo homeostático, que é tanto uma quantidade física, um operador dinâmico, e a portadora da influência do passado no futuro que permite a relação entre um ponto fixo desejado e o estado existente. O conteúdo do operador consciência pode ser encontrado no padrão espacial de modulação em amplitude do componente compartilhado da forma da onda, que é

367 Ibidem.

368 Ibidem.

comparável à modulação em amplitude das ondas portadoras nas áreas sensoriais primárias".³⁶⁹

Em outras palavras, ao que parece, Freeman considera que o suposto padrão MA global (destacando neste 'global' os córtices sensoriais e sistema límbico) poderia informar o conteúdo de nossa consciência. Como já vimos, braços mecânicos podem ser controlados por dispositivos semelhantes aos usados pelo cientista – múltiplos eletrodos num pequenino quadrado implantado cirurgicamente no córtex. As diferenças de amplitude (de certa onda ou frequência) ao longo da superfície cortical parecem, de fato, constituírem-se numa fértil fonte de informações sobre o “estado interno” do organismo. Assim como seu comportamento, expressões faciais, ou frases - no caso da nossa espécie. Mas Freeman parece ir além, pois ele não diz que “parte do conteúdo” pode ser encontrada na modulação de amplitude. Talvez o autor considere que todo o conteúdo da consciência está lá; bastaria apenas, quem sabe, aprender a analisar estes dados matematicamente. Esta idéia, inclusive, estaria de acordo com sua definição de consciência enquanto “parâmetro de ordem”. Afinal, foi a partir dos padrões globais do sistema que se constrói os parâmetros de ordem que “permitirão” uma descrição microscópica mais informativa. Assim, toda a informação do parâmetro de ordem está nos padrões globais, por definição. Talvez, entretanto, nossa interpretação esteja equivocada, visto que o autor considera que o conteúdo da mente seria o significado, e este deveria ser privado. Levando em conta todas estas proposições, nos parece mais razoável dizer que “parte do conteúdo da consciência” pode ser retirada deste parâmetro de ordem específico – relativo ao padrão espacial de modulação em amplitude na frequência gama. Haken apresenta uma idéia parecida, ao conceituar o “parâmetro de ordem”. Este autor, entretanto, parece utilizar uma linguagem mais precisa, evitando formulações ambíguas ou “generalistas”:

“O comportamento funcional do cérebro é codificado nestas estruturas espaço-temporais e pode, ao menos parcialmente, ser extraído da dinâmica de

369 Ibidem.

*quantidades macroscópicas medidas por EEG e MEG. De acordo com a sinérgica, essa extração contém toda a informação relevante sobre o comportamento espaço-temporal do cérebro e tem, em geral, um número pequeno de graus de liberdade. Esta idéia foi formalizada no conceito de parâmetro de ordem.*³⁷⁰

Outra observação importante em relação ao excerto anterior, de Freeman, refere-se à busca por correlações entre mental e cerebral, assim como “dita o paradigma dominante” da neurociência. Freeman também criticara esta visão, enfatizando a necessidade de incluirmos a causalidade na nossa explicação da relação entre mental e cerebral. Na prática, entretanto, ele parece tão limitado às correlações quanto qualquer outro neurocientista.

As observações anteriores não mudam o fato de correlações são sempre bem vindas, desde que analisadas criticamente. Afinal, elas podem nos dar uma “ilusória” sensação de causalidade, mas também podem indicar relações causais “reais” - ou, ao menos, relevantes. Ou seja, a busca de correlações entre parâmetros de ordem e “conteúdos da consciência” (“inferidos”³⁷¹ de comportamentos e outras variáveis objetivas) pode gerar resultados interessantes. Freeman tem buscado, em estudos recentes, padrões MA globais, medindo simultaneamente a atividade dos córtices sensoriais e do entorhinal. Que correlações ele encontrou entre o “conteúdo da consciência” e o padrão global de modulação em amplitude?

*“Padrões de EEG das condições CS+, CS- e CS0 geraram 3 grupos de pontos num espaço-64. A distância euclidiana de cada ponto para o mais próximo centro de gravidade de um grupo serviu para classificar e estimar a probabilidade de classificação correta.”*³⁷²

Ou seja: depois de condicionar um animal a “gostar” de um cheiro e não “gostar” de outro, e depois de medir sua atividade cerebral diversas vezes, então o autor

370 JIRSA, VK. HAKEN, H. 1996. Field Theory of Electromagnetic Brain Activity. *Physical Review Letters*. 77 (5)

371 Uma inferência que não se fundamenta em “conceitos mentais universais”, mas em uma ou outra corrente da psicologia. Ou, mais comumente, fundamentada na chamada “folk psychology”

372 CS+ é o estímulo associado a um reforço, CS- foi associado a uma punição, enquanto CS0 refere-se à condição de controle pré-estímulo. FREEMAN, W. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part IV: multicortical patterns of amplitude modulation in gamma EEG. *International Journal of Bifurcation & Chaos* 13(10)

poderá inferir, apenas com base na atividade neural, parte do “conteúdo interno” deste organismo. Mais especificamente, poderá saber se ele está cheirando algo que gosta, algo que não gosta, ou se não está cheirando nada. É um resultado interessante, embora pareça *mais relacionado às emoções do que à percepção em si*. No entanto, podemos notar, o autor conseguiu exatamente os mesmos resultados que havia obtido, anteriormente, em relação ao bulbo. O que isto significa? Os diferentes níveis de organização do cérebro não deveriam apresentar alguma diferença?

Talvez algumas respostas possam ser obtidas com uma maior variação nas metodologias ou objetivos em seus estudos. Afinal, embora trate de complexas questões da filosofia e psicologia, o autor continua utilizando o condicionamento operante como paradigma experimental.

*

As ferramentas da dinâmica não-linear e da sinérgica são, portanto, valiosas para a neurociência, psicologia, desde que o valor e significado dos diferentes conceitos esteja claro, visto que muitas vezes a tradução do “matemático” para o “verbal” pode apresentar distorções e generalizações. Ao que parece, tanto a atividade consciente quanto o processo intencional (que poderia ser inconsciente) se fundamentam na existência de forças opostas. Como diz Haken, uma delas cria heterogeneidades e a outra cria “consensos”, formas globais estáveis que resultam destas flutuações locais. Assim, *a atividade consciente, sendo uma forma de auto-organização, poderia ser vista como a relação entre estas duas forças em um certo nível*, e não como apenas uma delas – o parâmetro de ordem.

Esta, no entanto, talvez seja uma questão menor do ponto de vista pragmático. Afinal, que diferença prática faria optar por uma concepção ou outra? Não muita, ao menos para a grande maioria das pessoas, para as quais a consciência não é um “problema”, mas sim uma “solução”.

Do ponto de vista pragmático, como vimos, Freeman destaca que o conceito de causalidade circular pode ajudar a fortalecer uma “mudança de paradigma” na atual sociedade, pois precisamos dar mais valor aos aspectos “internos” do homem. Afinal, as causas “psicossomáticas” podem ser “reais”, mesmo que a consciência não possa “agir diretamente” sobre a matéria. À sua maneira, ela produz seus efeitos. Ou, ao menos, é uma “sensação interna”, subjetiva, consistentemente correlacionada a estes efeitos.

Quais os principais obstáculos para uma possível mudança de paradigmas neste sentido? Certamente, a complexidade dos modelos – que pode torná-los incompreensíveis ou incalculáveis. Freeman parece concentrado neste sentido, embora o entendimento de seu modelo seja difícil e, por vezes, aparentemente limitado. Mas a busca do autor, se articulada a outras semelhantes que estão “emergindo” de estudos “recentes”, pode render frutos importantes, como a incorporação dos “aspectos internos” - ou “globais” - nos modelos biológicos. Isto poderia tornar a atividade médica mais eficiente em seus objetivos. No entanto, como o próprio Freeman escreve, o poder do argumento biológico sobre o aspecto psicológico pode ter fundamentos socialmente mais enraizados do que as concepções teóricas sobre o corpo e suas relações com a mente:

“As organizações de manutenção de saúde estão pressionando os psiquiatras para verem mais pacientes em visitas menores, e para mandarem eles rapidamente porta afora com pacotes de pílulas. O poder da causalidade biológica está claramente em operação como um ímpeto social, não científico...”

Desta forma, a despeito de todas as considerações anteriores acerca da natureza das influências recíprocas entre mente e corpo, talvez um dos principais obstáculos no caminho da chamada “mudança de paradigmas” não esteja no plano teórico dos modelos cognitivos ou cerebrais. Mas sim, na própria dinâmica social e econômica, ou seja, nas relações humanas.

Será que, neste sentido, o conceito de causalidade circular, ou melhor, auto-organização, poderia nos ser útil? Quem sabe ele não possa servir de inspiração para a criação

(ou implementação) de instituições e nações mais democráticas, onde as decisões coletivas – os movimentos da política – não estejam tão sujeitas aos interesses individuais. Afinal, se o “motor” da auto-organização são as interações potencialmente “igualitárias” entre elementos “distintos”, a sociedade humana deve ter um potencial auto-organizador incrível, embora ainda tímido atualmente, onde as relações de poder parecem estar especialmente desequilibradas.

Qual é o lugar da consciência na neurociência?

Neste capítulo são tecidas diversas reflexões suscitadas a partir dos anteriores, buscando tratar a questão de uma maneira mais ampla. Não temos como objetivo, evidentemente, uma resposta à pergunta colocada, mas sim organizar um pouco as diversas informações analisadas neste trabalho. Para tanto, buscaremos referências em outros autores, a partir dos quais poderemos, talvez, enxergar um pouco melhor a contribuição de Freeman, do dinamicismo e do emergentismo no chamado problema mente-cérebro, ou corpo-espírito.

O problema da consciência

A consciência é um problema ou uma solução? A resposta, evidentemente, depende de que se diga “para quem”; afinal, a delimitação de problemas depende da “consciência de cada um”.

”Para médicos e cientistas, a consciência é muitas coisas: algo emergente (ou não), um estado ou propriedade, ... um processo (Pribram), uma mensagem (Rössler), ou os processos subjacentes à construção e utilização de modelos para descobrir analogias (Wiener). Para os artistas, a consciência é um tipo diferente de portal ... e para os filósofos, a consciência é uma riqueza fantástica de conceitos...”³⁷³

Poderíamos tecer múltiplas relações em torno da consciência, mesmo sem uma definição precisa, tal é a habilidade da “consciência” em elaborar narrativas coerentes sobre coisas que nem conhece muito bem. Para canalizar nossas energias, no entanto, limitemo-nos à questão da influência deste conceito no estudo do cérebro. Mais especificamente, tomemos como ponto de partida o conhecido artigo de Chalmers, que inclusive pode servir como fonte de referência para lidarmos com a polissemia do termo “consciência”. Cada ponto abaixo é um possível significado para o termo “consciência”, ou ao menos uma das características de um suposto “conceito único” de consciência.

373 BARBER, J. 2005 Consciousness and Teleportation. *Journal of Consciousness Studies*, 12(3)

- “A habilidade de discriminar, categorizar, e reagir a estímulos ambientais
 - A integração de informação por um sistema cognitivos
 - A reportabilidade a estados mentais
 - a habilidade de um sistema acessar seus próprios estados internos
 - o foco de atenção
 - o controle deliberado do comportamento
 - a diferença entre vigília e sono
- ... o problema verdadeiramente difícil da consciência é o problema da experiência. Quando nós pensamos e percebemos, há um zumbido de processamento de informação, mas há também um aspecto subjetivo”³⁷⁴

Este excerto se refere ao que Chalmers considera os problemas “fáceis” da consciência, que poderiam ser solucionados pela ciência, em oposição ao “problema difícil”, o da experiência em seu aspecto subjetivo. Este estudo gerou diversas respostas, a maioria delas buscando recolocar os problemas ou resolvê-los. De fato, não parece razoável limitar, *a priori*, determinado conhecimento, como havíamos considerado no início deste trabalho. Para Dennett, por exemplo, esta divisão proposta por Chalmers “*não é, eu penso, uma contribuição útil para a pesquisa, mas um grande desvio de atenção, um gerador de ilusão*”.³⁷⁵ Para Dennett, a proposta de Chalmers pode ser vista como uma volta ao vitalismo. Além disto, a criatividade humana consegue, até mesmo, estudar objetivamente algumas questões relacionadas aos chamados *qualia* – a origem do problema difícil de Chalmers – como observamos em estudos sobre sinestesia.³⁷⁶ Salt, por sua vez, considera que o problema verdadeiramente difícil é unificarmos as diversas descobertas sobre o cérebro, cada qual com seus pressupostos e limites, resultantes da busca pelos correlatos neurais da consciência.³⁷⁷ Tal dificuldade, cabe observar, foi percebida também neste trabalho, quando buscávamos um entendimento do modelo dinamicista de Walter Freeman para o cérebro e para a consciência.

Todos estes pontos levantados em relação à proposta de Chalmers parecem pertinentes. Poderíamos ainda, talvez, incluir um outro problema difícil relacionado às propriedades da consciência: o entendimento. Mas, de qualquer forma, a questão levantada

374 CHALMERS, D.J. 1995 Facing Up to the Problem of Consciousness. *Journal of Consciousness Studies* 2(3)

375 DENNETT, DC. 1996. Facing backwards on the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies* 3(1)

376 RAMACHANDRAN, VS. e HUBBARD, EM. 2003. The Phenomenology of Synaesthesia. *Journal of Consciousness Studies* 10(8)

377 SALT, S. 2002. A Truly Hard Problem. *Journal of Consciousness Studies* 9(1)

por Chalmers também é importante, pois se refere à dificuldade da ciência em adentrar o aspecto subjetivo da experiência. Afinal, a ciência só trabalha a partir de uma objetividade mínima. O que nos leva, por sua vez, a um outro problema. No “mundo científico” de hoje, *que lugar há para a consciência*, a subjetividade, o “aspecto interno” dos seres? Resta-nos, talvez, as pesquisas de opinião, onde o “estado mental coletivo” é estatisticamente definido para propagandas, campanhas eleitorais, etc. Ou talvez, quem sabe, a consciência possa estar no cérebro, esta porção de matéria que parece ser dotada de propriedades peculiares. Como pergunta Dennet, “onde estou eu?”.

Como a neurociência pode lidar com a constante “interferência” da consciência nos processos neurais? Uma maneira é buscar modelos “alternativos”, mesmo que as metodologias utilizadas limitem os estudos a animais de laboratório condicionados – como no caso de Walter Freeman. Poderíamos descobrir, por exemplo que a consciência é um “parâmetro de ordem”. Outra maneira seria elaborar modelos com base na “visão tradicional” do processamento de informações, concentrando-se, no entanto, no fenômeno humano. Podemos aprender verdadeiras lições lendo um texto de Oliver Sacks sobre as peculiaridades da mente humana quando o cérebro não funciona direito (e, provavelmente, vice-versa).³⁷⁸ O simples ato de ouvir música, por exemplo, pode ganhar novos significados ao conhecermos o “homem que confundiu sua mulher com um chapéu”. Vejamos outro exemplo deste tipo.

Um modelo neurocientífico da consciência, fundamentado nas idéias “tradicionais” de representação e correlação, é apresentado por Damásio no livro “O mistério da consciência”. Para o autor, a grosso modo, a consciência é o “sentimento dos sentimentos”, a percepção da dinâmica dos estados corporais, que seria regulada por sistemas mais antigos. Damásio distingue quatro “níveis de regulação da vida”:³⁷⁹

378 SACKS, O. 1997. *O homem que confundiu sua mulher com um chapéu*. Companhia das Letras, São Paulo.

379 DAMÁSIO, A., 1999. *O mistério da consciência*. São Paulo: Companhia das Letras. pg 79

1. **regulação básica:** “padrões de reação relativamente simples, estereotipados”;
2. **emoções:** “padrões de reação complexos, estereotipados”;
3. **sentimentos:** “padrões sensoriais indicativos de dor, prazer e emoções tornam-se imagens”;
4. **razão superior:** “Planos de ação complexos, flexíveis e específicos para a situação são formulados em imagens conscientes e podem ser executados como comportamento”.

A consciência, a partir daí, poderia ser organizada numa estrutura de três níveis “cumulativos” (os inferiores são necessários para a existência dos superiores), sendo o primeiro deles não-consciente.³⁸⁰

1. **proto-self:** conjunto interligado e temporariamente coerente de padrões neurais que representam o estado do organismo, a cada momento, em vários níveis do cérebro;
2. **self central:** “é inerente ao relato não verbal de segunda ordem que ocorre toda vez que um objeto modifica o proto-self”. Ele seria determinado principalmente pela herança genética;
3. **self autobiográfico:** “conjuntos de memórias que descrevem a identidade e a pessoa podem ser reativados como um padrão neural e explicitar-se como imagens sempre que necessário. Cada memória opera como um “algo a ser conhecido” e gera seu próprio pulso de consciência central. O resultado é o self autobiográfico do qual somos conscientes”.

Uma análise do modelo de Damásio resultaria em outro trabalho como este. Basta-nos, portanto, algumas observações a respeito. Em primeiro lugar, as formulações “naturalizantes” do modelo podem contrastar com o que muitos esperariam de uma teoria da consciência. Mas o que mais esperar de uma teoria? Em segundo lugar, o modelo parece ser útil na “atividade médica”, dado que ele sistematiza informações obtidas de seres humanos.

380 Idem, pg. 225

Em terceiro, podemos observar que a estrutura básica do modelo é fundamentada em níveis de organização, assim como o modelo dinamicista de Walter Freeman. Por fim, uma diferença entre ambos seria a forma pela qual poderíamos conceber as relações entre os “níveis”: para Freeman, a emergência e a auto-organização explicam a passagem de um nível para o outro. Damásio, diferentemente, busca explicar os sentimentos como “mapas de segunda ordem”, que seriam “mapas de mapas”. Eles seriam gerados pela percepção das mudanças corporais realizadas “automaticamente”. Os mapas de segunda ordem seriam produzidos principalmente pelo colículo superior, tálamo e córtex do cíngulo.³⁸¹ Neles, as emoções produzidas pelo proto-self se tornariam sentimentos, gerando a consciência central. Um raciocínio semelhante possibilitaria a passagem da consciência central para a consciência ampliada, ou autobiográfica. As principais áreas cerebrais necessárias para o proto-self e os mapas de segunda ordem seriam, inclusive, aquelas mais ativas nos primeiros estágios da gestação humana: primeiramente, o tronco cerebral, hipotálamo, córtex somato-sensitivo e o cíngulo; logo depois, começariam a ser ativados também o lobo frontal ventro-medial e a amígdala.³⁸² Isto não quer dizer, entretanto, que tenhamos encontrado um lugar para a consciência.

Freeman poderia, talvez, questionar o uso da metáfora do “mapeamento” e da “representação”, com base no caráter variante e caótico dos padrões neurais encontrados em EEGs. Mas Damásio, que usa o termo “mapa” como sinônimo de “padrão neural”, deixa claro que:

“o cérebro é um sistema criativo. Em vez de refletir fielmente o ambiente que o circunda, como seria o caso com um mecanismo engendrado para o processamento de informações, cada cérebro constrói mapas desse ambiente usando seus próprios parâmetros e sua própria estrutura interna.”³⁸³

*

Assim como os modelos de Damásio e Freeman, muitas “teorias da consciência” vem sendo formuladas recentemente. A maioria delas é, ao que parece,

381 Idem, pg. 234

382 DAMÁSIO, A., 1999. *O mistério da consciência*. São Paulo: Companhia das Letras. pg 338

383 Idem, pg. 407

“cerebral” e/ou “quântica”, como a de Jirsa e Haken já mencionada³⁸⁴. Outra proposta de articulação de hipóteses dos dois campos é a possibilidade de “redução objetiva” (hipótese de Roger Penrose) no interior dos microtúbulos neurais, que seriam como “autômatos celulares” capazes de transmitir informação graças à existência de dois estados de conformação das moléculas de tubulina (hipótese de Stuart Hameroff).³⁸⁵ Os conceitos de informação³⁸⁶ e complexidade³⁸⁷ também estão bastante presentes nas “teorias da consciência”. A auto-organização, por sua vez, parece constituir-se numa espécie de “explicação complementar” que pode ser aplicada tanto a órgãos e organismos, quanto a campos ou programas de computador.³⁸⁸ Uma das grandes questões acerca da consciência é o chamado problema da ligação (binding problem), que refere-se à criação da unidade a partir da multiplicidade³⁸⁹ – habilidade considerada necessária para a atividade consciente. Como muitos elementos tornam-se uma coisa única? Uma maneira talvez seja dizer: da mesma forma que muitos neurônios fazem um cérebro, ou muitos potenciais de ação formam uma onda cerebral. Outra maneira seria, quem sabe, considerar o conceito de “coisa” como parcial, sendo substituído por “probabilidade” ou “campo” a fim de tornar parcial, também, a separação entre as “coisas”. Isto poderia permitir algum entendimento de como tais coisas “se juntam”.³⁹⁰ Neste

384 JIRSA, V.K. e HAKEN, H. 1996. Field Theory of Electromagnetic Brain Activity. in *Physical Review Letters*, 77 (5)

385 São hipótese independentes e interessantes, que podem vir a ser mais consistentemente articuladas. Antes, no entanto, talvez seja preciso fortalecê-las individualmente. No próprio livro de Penrose há comentários de Stephen Hawking criticando a “redução objetiva” por não apresentar uma teoria detalhada que permita o cálculo, e por produzir efeitos fracos demais para cumprir seu objetivo de “*libertar o coitado do gato do Schrodinger de seu estado de meio morto, meio vivo*” PENROSE, R. 1996. *O grande, o pequeno e a mente humana*. Ed. Unesp, São Paulo, 1998. Original de Cambridge University Press. Pg. 178.

386 MACFADDEN, J. 2002. The Conscious Electromagnetic Information (Cemi) Field Theory. *Journal of Consciousness Studies* 9(8)

387 EDELMAN, G. TONONI, G. 1998. Consciousness and complexity. *Science*, vol.282.

388 Dizemos “complementar” pois caso nos aventuremos a explicar um processo remetendo-nos unicamente ao conceito de auto-organização, talvez tenhamos como única alternativa “perguntar ao sistema” o porquê de tal comportamento. Afinal, um processo “absolutamente auto-organizado” não poderia ser compreendido ou previsto a partir de referências externas a ele. Assim, cada processo auto-organizado apresentaria peculiaridades significativas relacionadas ao seu substrato, seja ele o cérebro, um time de futebol, um líquido ou um programa de computador.

389 Dizendo com outro vocabulário, integração de informação.

390 Uma propriedade que Debrun considera necessária para a auto-organização (principalmente a secundária), a interioridade (ou “hierarquia acavalada”), remetendo-se a idéias de Bergson, Sartre e Merleau-ponty. DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. In *Auto-organização: estudos interdisciplinares*, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18

sentido, tanto a neurociência quanto a física quântica parecem constituir-se, atualmente, em terrenos bastante férteis para o estudo e a elaboração de modelos sobre a consciência. A quantidade e diversidade de teorias, por sua vez, talvez seja reflexo da complexidade do problema e das ciências envolvidas, talvez de algo mais.

Grande parte destas teorias trata dos “problemas fáceis” de Chalmers (que, de fáceis, nem têm tanta coisa) ou de relativizar a importância do problema difícil – a questão da experiência. Assim, no mundo contemporâneo, onde as explicações mais aceitas se fundamentam em modelos científicos, a subjetividade parece ter ao menos dois lugares garantidos: um deles é o cérebro, esta massa gelatinosa que habita nossa caixa craniana e parece controlar tudo ao seu redor. A diferença entre cérebro e sujeito é, hoje, difícil de ser estabelecida.³⁹¹ Observamos isto nas entrelinhas de Walter Freeman. O outro lugar da subjetividade seria, talvez, algum “fenômeno quântico”³⁹² - na prática, probabilístico - que existiria (ou emergiria) na natureza, e tomaria forma singular no cérebro humano, proporcionando aquilo que chamamos tão rotineiramente de experiência consciente. Seria este o papel da “redução objetiva” proporcionada pela organização da água no interior dos microtúbulos neurais?³⁹³ Existem muitas teorias que buscam, atualmente, explicar a consciência. Na dimensão da prática humana, entretanto, a discussão desta questão pode tomar outros rumos, embora seja influenciada por tais concepções filosóficas.

Se considerarmos que o “parâmetro de ordem” é uma forma de restringir as soluções das equações dinâmicas, talvez a concepção de consciência enquanto “parâmetro de ordem” (de Freeman) possa ser interpretada como a criação temporária de um “campo de

391 DUMIT, J. 2003. Is It Me or My Brain? Depression and Neuroscientific Facts. *Journal of Medical Humanities*, 24(1-2)

392 por exemplo, CLARKE, C. 2005. Being and Field Theory. *Journal of Consciousness Studies*, 12, No.. 4-5

393 Como já comentado na nota 385, tais hipóteses - ao menos a “redução objetiva” - ainda precisam ganhar consistência. O modelo foi publicado simultaneamente em diversos periódicos, como HAMEROFF, S PENROSE, R. 1996. Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness. *Mathematics and Computers in Simulation*, 40(3)

probabilidades”³⁹⁴ que “ajudaria” o sistema a retornar à sua estabilidade.³⁹⁵ Uma tendência que não precisaria ser explicada, apenas constatada. Não é necessário, sequer, pressupor a existência de tal “campo probabilístico” na natureza – como se fosse uma “propriedade cosmológica” - caso se tenha como opção filosófica uma emergência do tipo “radical” - onde o todo poderia apresentar propriedades radicalmente distintas daquelas existentes nas partes. Esta opção, no entanto, faria do emergentismo uma forma particular do dualismo de propriedades. A “emergência moderada”, por sua vez, considera que as propriedades do todo relacionam-se, em alguma medida, àquelas existentes nas partes e em suas relações. A sinérgica é, justamente, uma explicação de como se dá esta relação: ou seja, ela não pode acontecer de qualquer jeito. Como diz Haken, o futuro está aberto, mas nem tanto.

Hoje, ao que parece, grandes questões filosóficas – como as diferenças entre espírito e matéria ou a origem da forma – estão concentradas no problema da relação entre o todo e as partes. Quanto mais distantes forem um do outro, tanto menor será a possibilidade de redução, e tanto maior poderá ser a “liberdade humana” num mundo regido por “leis naturais”. A auto-organização é um processo que leva, com escreve Debrun, a uma diferenciação entre o todo e as partes, e ao mesmo tempo entre o “dentro” e o “fora”. No entanto, o todo não torna-se uma “substância” pairando sobre as partes, como um “sujeito” senhor de si e do mundo.³⁹⁶

Assim, o emergentismo fica numa delicada posição, pois caso seja muito “moderado”, será quase indistinto do materialismo reducionista. No outro extremo, entretanto,

394 Ou alteração de probabilidades. O que poderia nos levar à pergunta: se a consciência altera as probabilidades dos eventos cerebrais, seria ela capaz de alterar probabilidades fora do cérebro? Esta idéia está relacionada ao discurso esotérico, mas também é alvo de estudos científicos. Um deles, que durou 12 anos, identificou anomalias sutis nas probabilidades esperadas em processos binários aleatórios operados por seres humanos. Homens e mulheres, por exemplo, apresentaram diferenças significativas nos resultados supostamente equiprováveis. JAHN, RG. DUNNE, BJ. NELSON, RD. DOBYNS, YH. BRADISH, GJ. 1997. Correlations of random binary sequences with pre-stated operator intention: A review of a 12-year program. *Journal of Scientific Exploration* 11(3)

395 O autor esboça uma relação entre suas idéias e a teoria de campo no artigo FREEMAN, W, 2006. A

cinematographic hypothesis of cortical dynamics in perception. *International journal of psychophysiology*

396 O próprio conceito de “todo” já é, na prática, limitado. Para Freeman, por exemplo, os padrões “globais” restringem-se aos córtices límbicos e sensoriais.

poderá se aproximar do dualismo de propriedades. Resta, portanto, a dúvida: quando dizemos que a consciência é uma propriedade emergente dos processos cerebrais, o que estamos dizendo?

Podemos responder com uma série de negações: significa que a mente não é igual ao cérebro, não pode ser reduzida a ele, não pode ser prevista ou explicada exclusivamente a partir dele e não está em nenhum “centro específico” do órgão; ao mesmo tempo, a mente não é uma substância e não existe independentemente da matéria. Mas o que podemos afirmar, diante de tantas negações?

O emergentismo e as “camadas” da realidade

Quando falamos em propriedades emergentes, o principal conceito presente talvez seja a auto-organização - o processo em que elementos interagem e criam padrões globais. No modelo dinamicista-emergentista de Freeman, da mesma forma, a auto-organização assume papel tão importante que é a partir dela que o autor explica a relação entre os processos vitais, intencionais, conscientes e auto-conscientes, como se esta seqüência representasse uma hierarquia de níveis de auto-organização. *Dentro de cada nível, teríamos diferentes forças atuando segundo uma “causalidade linear” - entre estes níveis, no entanto, a explicação só se daria pela “causalidade circular” presente em processos auto-organizados.* Uma interessante solução epistemológica fundamentada em níveis de organização, onde iríamos da matéria para a consciência sem precisar dar grandes saltos sobre um terreno obscuro: a mútua interferência entre a liberdade e a necessidade.

Poderá, assim, a auto-organização ter assegurado um lugar para a consciência na matéria? Possivelmente sim, segundo os paradigmas atuais – embora isto não signifique que tal proposição é interpretada de forma unânime. Basta observarmos, por exemplo, que o modelo de Damásio também se fundamenta em “níveis” de consciência, mas nem por isso

menciona a auto-organização ou emergência. Ao contrário, o autor considera que, em relação aos sentimentos e à consciência, os níveis superiores “mapeiam” os níveis inferiores.

Ao observarmos fenômenos auto-organizados não biológicos, a metáfora do “grande relógio” parece tornar ainda mais inadequada para descrever a natureza. Não precisamos mais recorrer a um “princípio vital” ou qualquer “influência metafísica” para aceitar a coexistência entre a matéria, de um lado (a vida, talvez, “no meio”) e a consciência de outro. Ou seja, a distância entre as partes e o todo já não é tão grande, pois a consciência não surge em um corpo feito de átomos que se movem cegamente. Os próprios átomos parecem apresentar algo sutilmente parecido com uma “consciência”,³⁹⁷ ao menos quando fora do equilíbrio. Assim, o emergentismo parece assegurar um lugar para a consciência, garantindo ao mesmo tempo sua distância em relação ao dualismo de propriedades.

No entanto, esta semelhança entre consciência e matéria pode ser apenas fruto de uma tendência à “antropomorfização” da natureza. Além disto, ela é tão sutil que o problema parece continuar, na prática, no mesmo lugar onde estava. Afinal, a descrição microscópica não nos esclarece muitas coisas que vemos macroscopicamente³⁹⁸ – especialmente nos processos auto-organizados, sendo esta dificuldade proporcional ao “grau de auto-organização”.³⁹⁹ Além disto, ao nos distanciarmos do dualismo de propriedades, precisamos agora delimitar melhor a diferença entre o emergentismo e o materialismo reducionista. Segundo Kim, a tese do materialismo não-reducionista não passa de um mito.⁴⁰⁰

Voltemos nossa atenção, neste sentido, à auto-organização da matéria não-viva, a coisa mais próxima da “consciência” que podemos ver fora da biologia (e que não tenha sido criada por nós justamente com o objetivo de simular a atividade consciente). Em que medida a convecção de Rayleigh-Bénard pode nos ajudar a entender a consciência? Em que

397 Como vimos no capítulo “A matéria age cegamente?”

398 O que pode ser evidenciado, como vimos, pela necessidade de inserir “parâmetros de ordem” na equação diferencial que descreve a evolução do sistema, a fim de reduzir as incontáveis soluções àquelas observadas na experiência.

399 Como vimos no capítulo “auto-organização, previsão e entendimento”

400 KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York.

medida as duas são diferentes?

Vejamos, primeiramente, a questão da *imprevisibilidade*, um importante aspecto da auto-organização - afinal, um processo previsível seria, no máximo, uma espécie de “pré auto-organização”.⁴⁰¹ Poderíamos perguntar, neste caso, por que as células de Rayleigh-Bénard seriam exemplos genuínos de processos auto-organizados. Haveria um mínimo de imprevisibilidade neste fenômeno? Afinal, os padrões hexagonais não são sempre formados? Por certo. O que há, então, de imprevisível? Se não o resultado final, ao menos o processo – os diferentes caminhos pelos quais as flutuações podem gerar o padrão global. Talvez possamos até dizer que existe mais do que um “estado microscópico” (descrito com precisão matemática) que pode ser reconhecido, pela consciência humana, como este “estado macroscópico”. Mas esta “imprevisibilidade teórica” não seria, de fato, imprevisível. Restringimos, assim, um mínimo possível de indeterminação para os processos auto-organizados: *sua forma final pode até ser, macroscopicamente, previsível, desde que não possamos antever a maneira pela qual o sistema chegará a esta forma*. Isto seria uma evidência de que não há algo como uma “pré-programação” do processo, mas sim uma espécie de “improviso” que, devido às restrições impostas, chegaria sempre no mesmo resultado final.

Se a consciência for um processo de auto-organização com esta “intensidade”,⁴⁰² poderíamos ficar encabulados de ter tantas dúvidas, visto que a resposta “já estaria lá”, apenas esperando que nós encontrássemos um dos caminhos de alcançá-la. Mas a diferença entre os níveis de organização ainda nos garante algum valor – embora tal argumento possa ser interpretado como vestígio de um dualismo implícito no discurso emergentista. Ou seja: estávamos tentando aproximar a consciência da matéria mas, quando

401 Como notamos nesta passagem de Debrun sobre a auto-organização, que nos remete à duração de Bergson: “Ela não poderia ser maior ou menor do que foi. Se fosse maior ou menor tratar-se-ia de outra auto-organização. ... (ela) não é reproduzível, embora, em certos casos, possa ser casualmente reproduzida.” DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. Pg . 53

402 Que seria, segundo entendemos, o “primeiro grau” de Debrun, onde o sistema poderia redefinir os meios para alcançar finalidades já estabelecidas.

chegamos perto, voltamos a enfatizar a diferença entre os dois níveis.

Por que, então, fomos buscar nossas respostas nos processos materiais? Por que, depois, fugimos delas? Será por vaidade? Será pela falta de explicações? Ao que parece, o problema da relação entre o mental e o material não foi tão facilmente resolvido pela “epistemologia dos níveis de organização” que está na base do emergentismo e do dinamicismo. Segundo Kim, em sua crítica ao materialismo não-reducionista:

“O modelo cartesiano de um mundo bifurcado tem sido substituído por aquele de um mundo em camadas, uma estrutura hierarquicamente estratificada de 'níveis' ou 'ordens' de entidades e suas propriedades características”⁴⁰³

Deste ponto de vista, a consciência teria sua “camada” garantida na natureza; mas em que medida isto seria diferente do dualismo? A resposta parece depender da “permeabilidade” de cada camada em relação às outras, do grau de separação entre elas. Neste sentido, para o emergentismo se consolidar enquanto tal, será preciso ultrapassar a metáfora das camadas, buscando compreender os processos que ocorrem entre os níveis. Ou seja:

“Como as propriedades características das entidades em um dado nível são relacionadas a aquelas que caracterizam as entidades dos níveis adjacentes?”⁴⁰⁴

*

Voltemos, então, ao nosso problema central, o lugar da consciência nos paradigmas atuais da neurociência. Estávamos buscando relações entre o mental e o material utilizando a auto-organização como elo, e testando o alcance da proposta emergentista. Nosso objeto era, particularmente, a convecção de Rayleigh-Bénard, onde algumas propriedades mentais poderiam estar emergindo, mesmo que timidamente, da matéria não-viva. Notamos algum vestígio de “subjetividade”, embora bastante distante daquilo de que entendemos por “sujeito”. Como diz Debrun, “o *sujeito é 'auto', quase que por definição, mas o que é 'auto' não é sempre 'sujeito'*”⁴⁰⁵. Esta proposição delimita bem os terrenos, mas não esclarece a

403 KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York. pg. 337

404 Idem, pg.338

405 DEBRUN, M. 1996. *A idéia de auto-organização*. pg. 17

natureza desta diferença - que nos permitiria identificar, dentre os processos auto-organizados, aqueles que teriam consciência e aqueles que não.⁴⁰⁶ Buscamos também, neste surpreendente fenômeno, algum vestígio de imprevisibilidade, e encontramos alguma coisa: embora a forma macroscópica final seja (fenomenologicamente) invariante, o sistema pode evoluir por diferentes caminhos para atingir esta forma. Novamente, portanto, nos deparamos com consideráveis diferenças qualitativas entre as características da matéria e da consciência, mesmo quando elas são descritas com a mesma palavra. Seja esta palavra “imprevisibilidade” ou a “subjetividade”. Talvez este seja um limite com o qual tenhamos que lidar em nossa busca por semelhanças entre o mental e o material.

Vamos tentar, agora, analisar uma outra característica da consciência relacionada à matéria pela auto-organização. O livro de Walter Freeman trata justamente – dentre seus objetos centrais – da questão da **escolha**. Como ela seria descrita em termos da neurodinâmica? Segundo o autor, as escolhas seriam “*cadeias de pontos de bifurcação*”, o que evidencia sua tentativa de relacionar as propriedades da matéria (onde estes pontos são detectados) com as características mentais. Neste sentido, Freeman parece buscar os elos que Kim considera necessários na construção de um materialismo não-reducionista. Por outro lado, ao tratar a consciência como um “operador de ordem”, Freeman parece tender a uma abordagem reducionista. Como pudemos perceber ao longo deste trabalho, é bastante difícil isolar uma “linha filosófica” da outra, principalmente quando se trata do chamado problema cérebro-mente.

Freeman buscava, em seu livro, “*encorajar a crença de que as pessoas têm o poder de fazer escolhas*” com base na dinâmica não-linear. Afinal, as bifurcações resultariam em “ramos” que seriam como as muitas opções disponíveis na natureza, a serem escolhidas

406 Embora a questão “quem tem consciência?” seja um recorte socialmente definido, como observam diversos autores, como Dennett. Para ele, esta questão está, na prática, intimamente ligada a outras como: com quem devemos nos importar? Máquinas podem ter consciência? DENNETT, D. C., 1997. *Tipos de mentes: rumo a uma compreensão da consciência*. Rio de Janeiro: Rocco.

pela consciência. A consciência, por sua vez, “seria” o parâmetro de ordem que restringe as soluções da equação, e representaria uma “ação alisadora” nas flutuações, necessária para se alcançar uma forma global. Assim, da mesma forma que as bifurcações nos ajudam a descrever fenômenos auto-organizados como a convecção de Rayleigh-Bénard,⁴⁰⁷ elas poderiam ser uma das bases sobre as quais construiríamos uma nova teoria do cérebro – talvez da consciência. Embora, até o momento, ainda existem novos modelos sendo criados para descrever este fenômeno auto-organizado.⁴⁰⁸ Trata-se, neste caso, da proposta de “mudança de paradigmas” com base na linguagem da dinâmica não-linear, defendida por Freeman e outros autores. O termo “atrator”, por exemplo, nos ajudaria a descrever as tendências que a consciência produziria na matéria – ou melhor, que a matéria produziria em si mesma, criando um “fenômeno temporário” que poderia ser chamado de “parâmetro de ordem” ou de “consciência”, ou de “experiência subjetiva”, dependendo da ocasião.

Mas em que medida a “ação alisadora” do parâmetro de ordem nos ajuda a entender as escolhas tomadas pela consciência? Será que a atividade consciente restringe-se a uma escolha “natural” das melhor “hipótese de ação” gerada pela intencionalidade límbica? Ao que parece, Freeman não está tão distante da visão determinista, que atribui a Espinosa,⁴⁰⁹ onde o ser humano seria como uma pedra rolando rio abaixo. Afinal, qual é a diferença entre descer o rio e “descer numa bacia atratora”? Debrun nos alerta para a ausência de criatividade na evolução dos sistemas dinâmicos:⁴¹⁰

“O problema então é o seguinte: nos processos de auto-organização ... de onde vem esse ajuste e como prevalece? De nada adiantaria responder que ele se impõe pela “força das coisas”, necessariamente, como um equilíbrio mecânico ou termodinâmico. A diferença que procuramos manter entre a evolução de um

407 ECKE, R.E. e ZHONG F. e KNOBLOCH, E. 1992. Hopf bifurcation with broken reflection symmetry in rotating Rayleigh-Bénard convection. *Europhysics Letters*, vol. 19

408 MA, T. e WANG, S. 2003. Attractor bifurcation theory and its applications to Rayleigh-Benard convection. *Communications on Pure and Applied Analysis*, 2(3)

409 Uma interpretação comum, embora Espinosa considere, no primeiro axioma do segundo livro da *Ética*, que “a essência do homem não envolve a existência necessária, isto é, da ordem da Natureza tanto pode resultar que este ou aquele homem exista como que não exista”. ESPINOSA, B.1677. *Ética*. In *Os pensadores*, ed. Abril, São Paulo, 1973.

410 Como no caso da convecção de Rayleigh-Bénard, onde o sistema só pode variar os meios de se chegar a um mesmo fim.

sistema dinâmico corrente e um processo auto-organizado reside precisamente na idéia de que o segundo comporta aspectos criativos. No caso, a criação parece depender da conexão ... entre memória, antecipação e formação de atratores."⁴¹¹

Será a escolha humana o resultado da relação entre o “caos”⁴¹² e uma tendência “neurodinâmica” (ao invés de termodinâmica) ao equilíbrio? Ou seja: em que medida as bifurcações nos ajudam a entender a escolha humana? Parece-nos que seu principal uso atual, neste sentido, é como uma evidência de que o mundo material não está pré-determinado, podendo, portanto, comportar seres que “escolhem”. Pois bem, a dinâmica não-linear nos tira de um problema criado pela dinâmica clássica; mas não deixa de ser uma solução simbólica a um problema simbólico. As escolhas continuam podendo ser interpretadas, se assim quisermos, como pré-determinadas (embora talvez não para uma mente humana, assim como no determinismo de Laplace). Estas considerações nos remetem a um trecho de Bergson:

*“As dificuldades inerentes à metafísica, as antinomias que ela engendra, as contradições em que cai, a divisão em escolas antagonistas ... vêm de que pretendemos reconstituir a realidade, que é tendência e conseqüentemente mobilidade, com as percepções e os conceitos que tem por função imobilizá-la”*⁴¹³

A descrição dinâmica da consciência apresenta, portanto, limitações. A criatividade da consciência, como diz Debrun, não poderia ser explicada a partir de uma “tendência natural” como os “fatores de difusão” (para Haken) ou os “parâmetros de ordem” e sua ação “alisadora” (para Freeman). Uma descrição dinâmica não nos fornece uma explicação do processo de auto-organização, por mais precisa que seja esta descrição e as correlações (variáveis ou não) encontradas. Descrever não é explicar. Existem “tendências macroscópicas” incompreensíveis microscopicamente, como se os elementos fossem capazes, em alguma medida, de “anteciparem” certas situações, “lembrarem” de seu passado e “aceitarem” as soluções dos vizinhos. Na neurodinâmica, esta descrição antropomórfica, por

411 DEBRUN, M. 1996. A dinâmica de Auto-organização Primária. pg. 46

412 Uma palavra de sentido controverso, como lembra Eliasmith.

413 BERGSON, Henri, 1903. *Introdução à metafísica*. In Os pensadores: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo. pg 31

sua vez, dá lugar a uma descrição matemática ainda menos esclarecedora. Uma descrição que pode ser útil - como Freeman aponta - na tecnologia, mas que só resultará em algum entendimento sob a luz de alguma “metáfora cognitiva” proveniente de outro lugar.

Um contra-argumento de Freeman seria, talvez, a ausência de menção ao “caos” no parágrafo anterior. Assim, estaríamos tentando explicar o fenômeno inteiro só com metade do modelo, pois para o autor, as atividades criativas seriam resultado da ação conjunta entre “caos” e “parâmetros de ordem”, de maneira semelhante à “competição de fatores opostos” de Haken:

“um deles é o fator que dissipa, se espalha sobre as heterogeneidades no meio ... por exemplo, ele pode ser difusão de nêutrons, ou difusão (disseminação) de conhecimento... O outro fator é um trabalho de uma fonte não-linear ... (de energia, informação ou infecção) (que) cria heterogeneidades no meio contínuo”⁴¹⁴

Neste ponto, algumas questões sobre a proposta de Freeman se tornam mais claras: 1) A consciência como um parâmetro de ordem seria uma espécie de “difusão natural”? Onde ficariam a criatividade e o entendimento? Por que ela não poderia “se difundir” fora do cérebro, ou mesmo de dentro para fora do órgão?⁴¹⁵ 2) Se a consciência for um nível de auto-organização, como também diz Freeman, por que então ele não inclui o caos - o fator produtor de heterogeneidades - como parte constituinte da consciência? Aparentemente, porque esta seria a função das emoções, restando à consciência uma ação “racional”, a formulação de “leis de proibição” adequadas para cada momento (ver figura 18). Assim, segundo nossa análise, a concepção de consciência como um parâmetro de ordem, além de pouco esclarecedora, descreve uma consciência pouco criativa, onde a percepção - assim como o entendimento - poderia ser considerada um “efeito secundário”,⁴¹⁶ subjetivo,

414 HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000. Arbitrariness in nature: synergetics and evolutionary laws of prohibition. *Journal for General Philosophy of Science*

415 Uma metáfora que, novamente, nos remete a Bergson, quando descreve o cérebro como um dos lugares onde a consciência poderia se “instalar” para, a partir daí, se expandir. BERGSON, Henri, 1919. *A alma e o corpo*. In *Os pensadores: Bergson*. Abril Cultural, 1979, São Paulo.

416 Embora Freeman recuse o “epifenomenalismo” pois considera necessário considerarmos a ação causal da mente sobre o corpo. Uma causa, como vimos, formal e, em alguma medida, final.

desta propriedade fundamental de “difusão”. A emoção, por sua vez, parece corresponder a um outro “nível de auto-organização”, que Freeman chama de intencionalidade. Segundo o mesmo raciocínio, a atividade emocional também deveria se fundamentar em uma “fonte de heterogeneidades” e algumas “leis de proibição”. As emoções poderiam, assim, gerar padrões mesmo sem a ação “resfriadora” da consciência.

Desta forma, se quisermos manter o recorte da consciência enquanto um “parâmetro de ordem”, teremos ao menos (talvez apenas) duas opções: 1) ou a consciência e a emoção estariam no mesmo nível de organização, cada qual correspondendo a um dos “fatores opostos” de Haken; ou 2) as formas globais geradas pela emoção seriam a fonte de flutuações para a ação “alisadora” da consciência.

O que nos leva, por sua vez, a uma outra questão. A origem da forma pela relação entre flutuações caóticas locais e ação global “homogeneizante” parece já pressupor uma forma anterior. Afinal, aquilo que é considerado – em certo nível – como “caos,” ou flutuação, parece ser, também, uma forma criada no “nível interior”. Não é à toa que a palavra “caos” pode ser associada tanto à criatividade quanto à “destrutividade”.⁴¹⁷ Isto poder gerar um raciocínio semelhante ao que levou Aristóteles a formular a idéia do “motor imóvel”.⁴¹⁸ A origem da forma só poderia ser explicada a partir de uma forma anterior, e assim por diante. De maneira semelhante a consciência humana, sendo explicada pela auto-organização, parece já pressupor alguma espécie de “subjetividade” na matéria. Isto pode ser considerado uma limitação e, ao mesmo tempo, uma “estrutura geral” consistente para o conhecimento. Afinal, as “camadas da natureza” não poderiam ser impermeáveis umas às outras – caso contrário, o emergentismo desembocaria no dualismo, ou mesmo num “pluralismo”, de propriedades.

Ou seja, a auto-organização e a sinérgica nos fornecem metáforas através das

417 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*. Vol. 9 No. 4 pp. 441-463.

418 Bergson comenta sobre esta tendência da inteligência em considerar que o imóvel veio antes do “movente”, embora se trate, para o autor, do inverso. Afinal, a imobilidade seria produto de um recorte humano da natureza em movimento.

quais podemos, aparentemente, enxergar uma unidade estrutural nas diferentes “camadas de uma natureza emergentista”. Isto garantiria um lugar seguro para a consciência em um mundo material. Neste processo, no entanto, talvez seja necessário “ignorar” certas peculiaridades de cada “camada”. O que poderia levar – nos atuais paradigmas, onde incluímos o dinamicismo de Freeman – à naturalização de uma consciência que já não apresenta mais suas qualidades mais significativas. Neste caso, o emergentismo estará, talvez, demasiado próximo do materialismo reducionista. Bergson já nos advertia:

*“É assim que acreditamos formar uma representação fiel da duração alinhando os conceitos de unidade, de multiplicidade, de continuidade, de divisibilidade finita ou infinita, etc. Aí está precisamente a ilusão. Aí está também o perigo. Quanto mais podem as idéias abstratas prestar serviço à análise, isto é, a um estudo científico do objeto em suas relações com todos os outros, tanto mais incapazes são de substituir a intuição”*⁴¹⁹

*“nossa duração pode ser-nos apresentada diretamente na intuição, que pode ser sugerida indiretamente por imagens, mas que não poderá – se tomarmos a palavra conceito em seu sentido próprio – se encerrar numa representação conceitual”*⁴²⁰

Assim, ao conceituarmos a consciência como um “operador dinâmico”, um “parâmetro de ordem” ou um “nível de organização”, poderemos – dependendo do uso que fizermos disto – confundir o “original” com a “tradução”, o “movimento” com o “recorte”; ou seja, a causa com o efeito.

Uma observação semelhante pode ser feita, inclusive, em relação ao estudo do cérebro, caso consideremos o órgão como um “todo” que, enquanto tal, aparece como uma entidade isolada. Talvez a expressão “propriedade emergente do cérebro” possa ser mais precisamente traduzida como “propriedades que emergem da interação do cérebro com o mundo”.⁴²¹ Como escreve Bergson:

“Mas como não ver que a pretensão de considerar separadamente o cérebro, o movimento de seus átomos, envolve aqui uma verdadeira contradição? Um idealista tem o direito de declarar isolável o objeto que lhe fornece uma representação isolada, pois o objeto não se distingue, para ele, da

419 BERGSON, Henri, 1903. Introdução à metafísica. In Os pensadores: Bergson. Abril Cultural, 1979. pg. 18

420 Idem, pg. 19

421 Considerando, dentre outras coisas, que eventos “independentes” como sonhos ou “membros fantasmas” não ocorreriam sem uma experiência anterior do indivíduo com o mundo.

representação. Mas o realismo consiste precisamente em rejeitar esta pretensão ... em definir o objeto não mais pelo fato de pertencer à nossa representação, mas por sua solidariedade com o todo de uma realidade incognoscível em si mesma. Quanto mais a ciência aprofunda na natureza do corpo em direção à sua “realidade”, tanto mais ela reduz cada propriedade deste corpo e, conseqüentemente, sua própria existência, às relações que ele mantém com o restante da matéria capaz de influenciá-lo.”⁴²²

Quanto mais recortamos a realidade, menos “real” ela se torna. Este procedimento, evidentemente, é fundamental para a ação humana – incluindo aí a tecnologia – devido, inclusive, à limitação do entendimento humano em lidar com o “real”. Mas, mesmo sendo tal procedimento necessário, isto não significa que ele seja suficiente.

*

Um mundo em camadas é um mundo que, além de recortado “localmente”, é também recortado “globalmente”, por grandes “linhas horizontais” que dividem a realidade nos seus diferentes níveis de organização. A livre passagem entre os níveis mais distantes seria, aparentemente, permitida pelo conceito de auto-organização. No entanto, esta relação entre o micro e o macro não é feita no nível simbólico dos conceitos – a não ser localmente, para cada caso.⁴²³ A narrativa emergentista parece, como exemplificamos anteriormente, oscilar entre o dualismo de propriedades e o materialismo reducionista conforme as necessidades do discurso. Quando a descrição da consciência está muito próxima da matéria, se torna pobre, e nos sentimos obrigados a tomar alguma distância do nosso aspecto físico ou biológico. Quando, ao contrário, nos sentimos muito diferentes da matéria – e, portanto, da explicação objetiva e conceitual com a qual estamos tão familiarizados – nossas palavras parecem destinar-se a alguma espécie de “naturalização da consciência”. Assim, segundo nosso entendimento, *a livre passagem entre os níveis não seria possibilitada pelo conceito de auto-organização, mas pelo entendimento do que cada situação particular requer.*

O que isto significa? Que o emergentismo está com seus dias contados? Ou

422 BERGSON, Henri, 1903. Introdução à metafísica. In Os pensadores: Bergson. Abril Cultural, 1979. pg. 48

423 Como evidencia a necessidade dos parâmetros de ordem (macroscópicos) para se ajustar as soluções das equações diferenciais (microscópicas)

pior: nunca existiu? Não poderíamos optar, por exemplo, pelo emergentismo não-reducionista, já que não conseguimos estabelecer relações simbólicas consistentes entre alguns níveis de organização?

Neste caso, talvez já tenhamos desembocado no dualismo de propriedades. Mas nossos “limites cognitivos naturais” não deveriam, acreditamos, ser “impostos” por nós mesmos, mas sim “pela própria natureza”. Afinal, nosso ponto de partida é que, embora não saibamos a origem do entendimento, ele é sempre possível em alguma medida – no mínimo, podemos “dar um significado” às nossas dúvidas. A discussão sobre a possibilidade, *a priori*, de redução do mental ao cerebral parece confundir a atividade científica e a filosófica. Na primeira, a redução é invariavelmente o alvo, implícito na busca de conceitos e relações tão gerais quanto possível, dentro dos limites da precisão de linguagem. A filosofia, embora se utilize dos conceitos, não está presa a eles como a ciência. Não precisamos ficar limitados a idéias que nós mesmos criamos. Caso alguma delas termine em um “beco sem saída”, um mistério inexplicável, poderemos sempre inventar outra. Bergson, mais uma vez, pode nos ser útil, em suas considerações sobre a ciência e a filosofia modernas:

*“esta metafísica, da mesma maneira que esta ciência, teceu ao redor de sua vida profunda um rico tecido de símbolos, esquecendo por vezes que, se a ciência necessita de símbolos em seu desenvolvimento analítico, a principal razão de ser da metafísica é uma ruptura com os símbolos”*⁴²⁴

Assim, segundo podemos entender, a atividade científica de redução “causal” ou “simbólica” não deveria determinar o pensamento filosófico da forma como parece ocorrer atualmente. Imagine, por exemplo, que se invente uma nova física, “melhor” do que a quântica, mas que volta a conceitos clássicos como o determinismo apenas por não usar funções de probabilidade. O que deveríamos fazer? Voltar a discutir a questão da existência ou não da interferência da consciência na natureza? Não parece um caminho muito promissor. Da mesma forma, não precisamos “optar” entre o emergentismo, reducionismo, paralelismo

424 BERGSON, Henri, 1903. Introdução à metafísica. in *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979. Pg. 35.

ou superveniência. Podemos utilizar cada um deles no contexto que considerarmos mais adequado, pois todos parecem nos dizer algo de importante.

Talvez possamos, inclusive, considerar que embora as diferentes “correntes filosóficas” busquem solucionar um mesmo e único problema (o da relação entre mental e material), elas podem estar se referindo a questões de naturezas diferentes. A discussão do dualismo ou monismo, por exemplo, refere-se à *natureza do mundo* e do ser humano, sendo com isto de caráter essencialmente ontológico. O problema do reducionismo ou não-reducionismo, por outro lado, refere-se à relação entre dois *domínios do conhecimento*, estando assim melhor localizado no plano epistemológico. Com isto, o termo “materialismo não-reducionista” responderia não a uma única questão, mas sim a dois problemas de natureza diferentes. Tendo em vista esta sutileza, algumas contradições poderiam ser dissolvidas. Como exemplo, podemos citar dois raciocínios bastante comuns (de forma implícita ou explícita) na literatura relacionada à filosofia da mente:

1. se no mundo há apenas uma substância, então deve haver uma única ciência para descrever/explicar esta substância;
2. se não podemos prever o mental observando apenas o material, e/ou vice-versa, então existem duas coisas de natureza diferente coexistindo no mundo.

O que os dois raciocínios têm em comum? Ao menos uma coisa, considerando os planos ontológico e epistemológico: ambos relacionam premissas de um plano a uma conclusão no outro plano. Assim, *considerar tais argumentos verdadeiros é, podemos dizer, pressupor uma sobreposição entre ontologia e epistemologia*. Ou seja, considerar que o conhecimento humano refere-se a uma “verdade universal”, que o saber criado em cada cultura é simétrico à natureza das coisas como elas são. Essa universalidade da razão já é bastante questionada atualmente,⁴²⁵ a partir de perspectivas como a própria “mente incorporada”. Ao que parece, no entanto, ainda se encontra presente (ao menos) na forma de

425 Tal questionamento pode nos remeter, também, a Kant ou, mais remotamente, a Sócrates.

pressuposto implícito.

Ao diferenciarmos as questões ontológicas das epistemológicas, por outro lado, talvez possamos compreender melhor o significado do materialismo não-reducionista e, assim, do emergentismo. Vejamos: há apenas uma substância, uma coisa, uma natureza, mas o conhecimento humano é fragmentado. Alguns fragmentos podem ser unidos, outros não. Alguns desaparecem, outros permanecem. Mas parece existir uma diferença tão radical entre certos fragmentos que, num raciocínio indutivo, podemos concluir que eles nunca serão unidos uns aos outros. A indução, como se sabe, pode ser útil, embora não seja um raciocínio lógico cem por cento garantido. Desta forma, o *materialismo não-reducionista apresenta-se, afinal, como uma articulação entre questões ontológicas e epistemológicas, que se torna mais consistente na medida em que refere-se a certos conhecimentos criados por certa cultura em certa época*. Em nosso tempo, podemos identificar ao menos dois conceitos relacionados a esta idéia: a “emergência moderada” e a “redução local”,⁴²⁶ sendo este último mais familiar ao paladar do discurso científico.

Não precisamos encontrar correlações universais entre o cerebral e o mental para produzir resultados cientificamente consistentes. Muito pelo contrário. Se muitos eventos cerebrais diferentes podem corresponder a um mesmo evento mental (pela idéia da superveniência),⁴²⁷ podemos formular, por exemplo, *conjuntos de disjunções*: a dor corresponderia a tal padrão cerebral, ou a este outro, ou à aquele, etc. Esta pode ser, por exemplo, uma forma de conceber a invariância perceptiva sem, no entanto, pressupor uma invariância cerebral.⁴²⁸ Ainda na perspectiva da superveniência, só não poderia haver uma variação mental correspondendo a uma invariância cerebral. Ou seja: dois processos cerebrais exatamente iguais não podem gerar estados mentais diferentes, a não ser considerando-se questões de interpretação. Assim como dois comportamentos idênticos não podem ter valor

426 Discutidos ao final do capítulo “auto-organização, previsão e entendimento”.

427 KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York.

428 O que poderia solucionar a questão que, aparentemente, fez Freeman abandonar a idéia de representação.

moral diferente, se não considerarmos as diferenças de interpretação do que é certo ou errado.

A redução local, assim, parece constituir-se no “caminho natural” da neurociência, dado que ela é uma ciência e que tem um objeto extremamente complexo. Os conceitos de emergência, paralelismo, superveniência, funcionalismo, etc., poderão nos ajudar na interpretação dos resultados obtidos, assim como na formulação de novos experimentos. A necessidade de precisão conceitual, por sua vez, nos dá certa garantia de que a neurociência não vá produzir uma “redução global” prematuramente, embora a tradução da “linguagem científica” para a “linguagem comum” possa dar esta impressão. Considerando, ainda, que os próprios textos científicos misturam estas duas “linguagens”, podemos imaginar a confusão criada pela generalização indevida de conceitos originalmente restritos a seus contextos e metodologias experimentais. Uma confusão de “proporções bíblicas”.

Uma “Torre de Babel”?

Segundo se diz, a Torre de Babel foi uma tentativa de se chegar mais próximo de deus. Os homens puderam construir, com seu trabalho cooperativo, muitos andares, um sobre o outro, e tudo indicava que eles poderiam concluir a tarefa. Deus, entretanto, a fim de evitar a chegada dos homens ao céu, mandou os anjos resolverem a situação. Neste episódio, contudo, não houve derramamento de sangue no castigo divino, pois os anjos utilizaram uma tática mais refinada. Eles fizeram com que as pessoas passassem a falar línguas diferentes, impossibilitando a sincronia e o trabalho conjunto (em outra palavra, a sinergia).

Este episódio ilustra bem o ponto a ser destacado. Quanto mais a busca científica pela natureza das coisas avança, mais “palavras” são inventadas pelos homens, e mais difícil fica a comunicação entre dois “especialistas” de domínios diferentes do conhecimento. O método cartesiano de análise, dividir um problema complexo em vários problemas menores, precisa ser complementado com a síntese, a fim de que se possa retornar

ao objeto inicial. Este ponto vem sendo recorrentemente destacado como uma das principais evidências da necessidade de uma “mudança de paradigmas” na ciência.⁴²⁹

Na neurociência, em especial, tal problema parece ser um grande empecilho na construção de teorias consensuais. Como pudemos ver ao longo deste trabalho, o cérebro é um órgão que pode ser entendido e descrito de diversas maneiras. Segundo Freeman, o dinamicismo é um paradigma alternativo para sistemas complexos como o cérebro. Isto porque ele parece fornecer, de fato, uma descrição mais fiel da atividade cerebral. Symons, que buscou uma solução para a questão do papel da representação no funcionamento cerebral,⁴³⁰ enfatiza este aspecto:

“Em termos do que um sistema biológico está realmente fazendo quando está pensando, há poucas dúvidas de que os dinamicistas oferecem descrições que são mais acuradas, ou ao menos mais plausíveis que os computacionalistas”⁴³¹

No entanto, esta descrição dinâmica precisa ser interpretada para gerar algum entendimento. Eliasmith, como vimos, aponta que a palavra “caos” pode significar tanto criatividade quanto destrutividade, dependendo do autor que se lê. Voltamos, aqui, à questão da tradução de equações matemáticas em frases verbais. Talvez esta ambigüidade esteja relacionada à escolha das medidas sistêmicas a serem utilizadas no modelo – medidas como os parâmetros de ordem que Freeman correlaciona à ação da consciência sobre o cérebro. Como escreve Eliasmith:

“A ênfase dinamicista nos modelos de parâmetro coletivo torna a interpretação do comportamento de um sistema confusa; não há método evidente para determinar o 'significado' de um parâmetro particular num modelo”⁴³²

E é na interpretação dos dados da neurociência que encontramos o tal

429Podemos incluir Edgar Morin e Fritjof Capra encabeçando esta lista, que inclui os já citados, Freeman, Haken, Prigogine, Penrose. Entre tantos outros.

430 “No lugar dos modelos computacionais tradicionais, eu discuto que a pesquisa inspirada pela teoria dos sistemas dinâmicos pode apoiar uma visão alternativa de representação. Minha sugestão é que nós tratemos as estruturas linguísticas e representacionais como provendo complexos alvos multi-dimensionais para o desenvolvimento de cérebros individuais”. SYMONS, J. 2001. Explanation, Representation and the Dynamical Hypothesis. *Minds and Machines* 11(4)

431 SYMONS, J. 2001. Idem.

432 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*.

“problema verdadeiramente difícil”. Isso nos leva a perguntar: o quanto as ciências do cérebro se parecem com a Torre de Babel? Vejamos o nosso caso particular, o modelo dinamicista de Walter Freeman.

Em diversos momentos, o autor enfatiza o caráter privado⁴³³ do significado. A objetividade do conhecimento, por sua vez, seria permitida por um “desaprendizado” relacionado às relações sociais e permitido por hormônios como a ocitocina.⁴³⁴ A explicação biológica parece ter adicionado um elemento à questão sem, no entanto, resolvê-la. Além disto, embora o significado esteja incorporado em padrões mesoscópicos igualmente distribuídos pelo tecido neural, ele poderia apresentar uma “estrutura interna”, onde apenas certos aspectos seriam expressos a outros via representações. O autor destaca uma evidência de sua tese, que parece ter como pano de fundo – uma vez mais - a identidade entre o mental e o cerebral:

*“A análise dos dados eletrofisiológicos tirados durante operações dos córtices sensoriais em atos de percepção indica que o significado em cada mente é um sistema fechado, e que o significado é baseado em construções caóticas, não em processamento de informação.”*⁴³⁵

Mas em outro trecho do mesmo artigo, afirma que:

“na minha visão, os neurônios se engajam em complexas operações bioquímicas que não tem significado ou informação nelas mesmas, mas inspiram significados em observadores que as medem.”

Como podemos articular as duas proposições num entendimento único?

A relação entre intencionalidade e consciência do autor, por sua vez, contrasta com outros autores que consideram a consciência um pré-requisito para as ações intencionais.

É o caso de Searle,⁴³⁶ Brentano e Damásio, cujas concepções de consciência são diferentes da

433 O termo “privado” não foi utilizado por Freeman, mas consideramos que ele sintetiza adequadamente as idéias do autor: o significado enquanto sistema fechado (comentado na introdução); a inexistência de significados compartilhados; e a criação interna – cerebral – do significado. Ao que parece, a palavra “significado”, para Freeman, sobrepõe-se, em alguma medida, com o conceito de *qualia* – as sensações tal como experienciadas por um sujeito. Mais uma vez, voltamos à questão da “Torre de Babel”.

434 FREEMAN, W. J., 2000. *How brains make up their minds*, Columbia University Press, New York.

435 FREEMAN, W. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12)

436 Com disse Searle em debate com Freeman: “*Eu não penso que você pode ter duas investigações independentes para a intencionalidade e a consciência*”. FREEMAN, W. SEARLE, J. 1998. Do we

de Freeman. Ao que parece, além disto, o que Damásio chama de “consciência central” é semelhante ao que Freeman chama de “intencionalidade”. Talvez haja, de fato, uma “Torre de Babel” na neurociência. É preciso, neste sentido, comparar mais os modelos e esclarecer melhor os conceitos, a fim de que possamos juntar com mais facilidade algumas peças que compõem o gigantesco quebra-cabeça da neurociência.

Afinal, por que Freeman, como tantos outros,⁴³⁷ recusa a idéia de representação? Afinal, ela não precisa ser sempre igual, como aponta Damásio. Freeman parece conceber o conceito de representação como “palavras” ou “números”, que são “fixos” (ao menos no tempo do indivíduo). Da mesma forma, seu argumento de que existem atos intencionais inconscientes – para sugerir que a intencionalidade pressupõe a consciência – pressupõe o conceito de consciência como aquilo que permite os “atos voluntários”. Não há, segundo nossa análise, uma profundidade conceitual na proposta de Freeman que justifique a importância do dinamicismo como uma proposta alternativa. O autor, pelo contrário, parece, em alguns casos, ter adicionado novas palavras a velhas questões. Eliasmith pergunta:

“...podem estas descrições metafóricas dos sistemas complexos realmente prover-nos com novos insights, integrar fatos antes não relacionados, ou de algum outro modo levar a um entendimento mais profundo destes sistemas?”⁴³⁸

Vejamos, por exemplo, o que seria uma descrição neurodinâmica da insanidade para Walter Freeman:

“Em termos da presente análise, para o comportamento ser insano os componentes neurais do sistema límbico precisam ter entrado em bacias de atração que são suficientemente estranhas ... para escapar do controle pela variável de estado global.”

Com algum esforço mental, podemos compreender esta idéia e perceber que ela faz sentido. No entanto, o próprio autor admite que tal descrição não ajudará a definir a insanidade:

understand consciousness? In *Journal of Consciousness Studies*, 5(5-6)

437 DREYFUS, HL. 2002. Intelligence Without Representation- Merleau-Ponty's Critique of Mental Representation: The Relevance of Phenomenology to Scientific Explanation. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1(4)

438 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition.

“O ponto é que os julgamentos sobre quais atos são intencionais ou não são feitos pela sociedade, em última instância por juízes e jures em tribunais da lei, não por doutores, cientistas ou indivíduos em isolamento. O que a biologia pode oferecer é uma fundação sobre a qual construir uma teoria social do auto-controle.”

Este trecho ilustra, também, um possível lugar para a consciência na neurociência. O de criar, dentro de uma cultura, palavras que nos ajudem a lidar melhor com os movimentos da realidade.⁴³⁹ Palavras como “cérebro”, “informação”, “emoção”, “mente” ou “linhas de força”. Palavras criadas pela constante interação entre muitas “consciências”, e que nos ajudam a entender o que está acontecendo dentro do cérebro. Muitos autores notam a necessidade dos neurocientistas usarem “conceitos mentalistas” para poderem dar algum sentido ao complexo comportamento deste órgão. Isto não é necessariamente um problema, como nos lembra Dennett quando defende uma “heterofenomenologia” com base na “primeira pessoa do plural”. Mesmo assim, a necessidade de usar de tais conceitos nos sugere, tal como a própria neurofisiologia, que *o sentido do cérebro está, em grande medida, fora dele.*

Afinal, o cérebro está consciente, ou é o corpo que está?⁴⁴⁰ Ou seria o corpo com um cérebro dentro e uma sociedade “em volta”? Podemos dizer que a mente emerge unicamente do cerebral?

Ao que parece, portanto, a neurodinâmica pode nos fornecer descrições extremamente precisas dos fenômenos cerebrais, ajudando a testar e confirmar hipóteses. Mas as explicações dos modelos dinâmicos (talvez os neurocientíficos em geral) vêm, em geral, de outras áreas do conhecimento e fontes dos mais diversos tipos. O próprio Freeman se vale, em diversos momentos, da chamada metáfora computacional (como vemos nos excertos abaixo) além de formular, segundo nossa análise, hipóteses que se fundamentariam na idéia de representação.⁴⁴¹

439 Como observa Dennett, ao formular sua teoria dos esboços múltiplos.

440 Ou como pergunta Dennett – onde estou eu?

441 Dentre as quais, podemos destacar: 1) a arquitetura do sistema dinâmico; 2) a convergência espaço-temporal no córtex entorhinal; 3) a formação de hipóteses internamente, pois pressupõe alguma “representação interna” do mundo; 4) o sinal gerado pela integração espacial nas vias de transmissão; 5) o “comando motor”; 6) o próprio uso do termo “modulação”, utilizado nas tecnologias de informação.

“Os cérebros criam conhecimento e o expressam na informação que eles pós-processam em uma organizada base de dados para exploração por comandos que controlam as ações direcionadas a um objetivo.”⁴⁴²

“Em síntese, a faixa gama fornece o equivalente para o prosencéfalo do plano de fundo de um 'mainframe' clássico de computador, no qual as contribuições de todas as partes corticais estão disponíveis para todas as outras partes, e os conteúdos em episódios durando 100-200 ms são mostrados na forma de padrões MA macroscópicos do reajuste de fase da portadora beta-gama.”⁴⁴³

Assim, a contribuição da neurodinâmica não seria tão “radical” quanto Freeman descreve; o que não quer dizer que seja menos importante. O próprio autor, afinal, descreve o modelo do bulbo olfatório como connexionista.⁴⁴⁴ As palavras mais esclarecedoras a este respeito vieram, em nossa pesquisa, de Eliasmith:

“a despeito do poder e apelo intuitivo da teoria dos sistemas dinâmicos, a interpretação dinamicista de como este campo da matemática pode ser aplicado à modelagem cognitiva não é nem trivial nem obviamente preferível ao connexionismo e simbolismo, como os dinamicistas podem nos fazer acreditar. Entretanto, a teoria dos sistemas dinâmicos pode contribuir incalculavelmente para a descrição, discussão e análise dos modelos cognitivos”⁴⁴⁵

Este seria, provavelmente, um caminho produtivo para a neurodinâmica. Afinal, segundo nossa análise, o uso particular que Freeman faz de diversos conceitos, assim como a recusa a outros, não se justifica pelos resultados obtidos. Em primeiro lugar, porque a descrição meramente dinâmica apresenta lacunas explicativas que precisam ser preenchidas com metáforas provenientes de fontes diversas. Assim, este “isolamento” entre a dinâmica não-linear e os outros modelos atuais não parece produtivo, mesmo (ou talvez, principalmente) tendo como objetivo uma mudança de paradigmas. Em segundo lugar, porque os outros modelos têm muito o que “receber” da descrição neurodinâmica. Afinal, a precisão na medida é um requisito fundamental na investigação científica, às vezes determinante. Basta considerarmos a revolução na física proporcionada por medidas mais precisas do movimento,

442 FREEMAN, W. 2005. Cinematographic construction by brains of knowledge from information. *Neural Networks, IJCNN '05. Proceedings. 2005 IEEE International Joint Conference on.*

443 FREEMAN, W. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1) pg.20.

444 SKARDA, CA. & FREEMAN, WJ. 1987. How brains make chaos in order to make sense of the world. in *Behavioral and Brain Sciences*, 10 pgs. 161–195

445 ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*.

permitindo ao homem penetrar no mundo do “muito pequeno” e “muito rápido” e, assim, desmontar uma série de postulados que haviam, por séculos, dominado o pensamento humano. E ainda dominam, como podemos perceber na própria formulação do “problema mente-corpo” - em termos de liberdade e necessidade - que pressupõe uma física mais “clássica” do que “quântica”.

Nesta mesma linha, talvez possamos até dizer que existe alguma espécie de “isolamento” mesmo dentro da neurodinâmica, relacionado às diferentes interpretações e métodos disponíveis. Não temos conhecimento técnico suficiente para tal análise, mas percebemos que as metodologias variam consideravelmente, além de serem de difícil entendimento. Algumas delas aparecem diversas vezes, mas nem sempre da mesma forma. Existem, além disto, muito trabalhos que desenvolveram métodos e índices próprios, tornando difícil compará-los. Como já observamos, a criação do modelo dinâmico de Freeman apresentava um caráter “arbitrário” (externo ao modelo), pois os parâmetros eram matematicamente moldados para as soluções se ajustarem aos dados macroscópicos observados experimentalmente. Assim, um modelo neurodinâmico pode descrever e simular processos neurais, e mesmo assim não resultar em um entendimento das causas que levam este processo ou a alguma interpretação significativa. Novamente, podemos lembrar que simular a forma não implica em simular o conteúdo, principalmente se esta simulação não é “exata” – como no caso dos sistemas dinâmicos.

Os padrões MA são um bom exemplo desta dificuldade de interpretação da neurodinâmica, talvez gerando algum “isolamento” entre diferentes grupos de pesquisa. Freeman já os detectou há quase duas décadas, têm escrito recorrentemente sobre sua importância na função cerebral, mas há poucas referências de autores a esta hipótese, com exceção daqueles que publicaram junto com ele, como Kozma. Por outro lado, podemos encontrar na literatura especializada alguns estudos que parecem semelhantes aos padrões

MA, como por exemplo:

*“mapas auto-organizados de características (SOFMs) gerados pelo algoritmo são exemplos proeminentes do fértil cruzamento entre a física e a neurobiologia. SOFMs servem como modelos de alta fidelidade para a representação interna do mundo externo no córtex”*⁴⁴⁶

*“atividade cerebral gama ...(80-120 ms) mostrou alta variabilidade com respeito à topografia, mas foi consistente em termos de curso temporal.”*⁴⁴⁷

*“...sincronização sem atraso de fase ocorre entre descargas de neurônios em diferentes regiões cerebrais ... aumentada pela apresentação de estímulo. Esta evidência sugere que padrões espaço-temporais de coerência, que foram identificados pela análise do componente espacial principal, podem codificar uma representação multidimensional de um evento presente ou passado. Como esta informação distribuída é integrada num percepto holístico constitui o problema da ligação”*⁴⁴⁸

*“nós descobrimos que outra medida, a coerência na faixa gama, aumenta entre regiões cerebrais que recebem as duas classes de estímulos envolvidos em um procedimento de aprendizado associativo em humanos. Um aumento na coerência pode preencher o critério requerido para a formação de assembléias celulares hebbianas”*⁴⁴⁹

Todos estes estudos parecem confirmar, em alguma medida, os resultados de Freeman, mas não necessariamente sua interpretação. A maioria dos autores, como vemos, utiliza a idéia de representação para explicar a dinâmica cerebral. E a questão da confusão de linguagem continua, caso não sejamos especialistas em matemática não-linear. Será que os padrões MA são diferentes de um “mapa auto-organizado de características”? Além disto, novas técnicas e indicadores estão sendo criados a todo o momento, alguns deles parecidos – para um entendedor médio – com os do autor:

*“as peculiaridades regionais do burst de alta frequência foram reveladas por meio da técnica, desenvolvida por nós, que era baseada na expansão das variações de atividade elétrica num sistema de “meia-onda” e construção de mapas de distribuição baseados nesses parâmetros.”*⁴⁵⁰

446 DER, R. e HERRMANN, M. 1994. Critical phenomena in self-organizing feature maps: Ginzburg-Landau approach. in *Physical Review E* 49{6}

447 KEIL A, STOLAROVA M, HEIM, S, GRUBER T, MULLER MM. 2003 Temporal stability of high-frequency brain oscillations in the human EEG. *Brain Topogr.* Winter;16(2)

448 JOHN, E.R 2001. A Field Theory of Consciousness. *Consciousness and Cognition*, 10(2)

449MILTNER, WHR and BRAUN, C. and ARNOLD, M. and WITTE, H. and TAUB, E. 1999. Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associate learning. in *Nature* 397

450DUMENKO, VN. KOZLOV, MK. 1997. Study of the EEG phenomenon of high-frequency bursts in the neocortical electrical activity of dogs in the process of alimentary instrumental learning. *Exp. Brain Res.* 116(3)

Outros autores destacam as muitas possibilidades de “codificação”, ou modulação dinâmica, no tecido nervoso estudado por Freeman.

“... esses mecanismos (neurais do bulbo olfatório) provém numerosas opções para a modulação dinâmica e controle dos sinais no bulbo olfatório”⁴⁵¹

Haveria alguma diferença entre codificação e modulação dinâmica?

Há ainda estudos, também sobre o sistema olfativo, que consideram o papel da dimensão temporal na representação dos odores,⁴⁵² diferentemente de Freeman – para quem a dimensão espacial seria mais importante no nível das populações neurais. Além disto, pequenas sutilezas no método de condicionamento pode alterar os resultados obtidos em imagens cerebrais,⁴⁵³ o que nos leva a supor que podem interferir também na neurodinâmica.

Freeman, por sua vez, parece ter certa liberdade em formular interpretações acerca da relação entre a neurodinâmica e a atividade consciente, como exemplificamos abaixo:

“As construções reveladas pelos padrões MA resultam do que Aquino chamou de imaginação, e o que eu chamo de dinâmica não-linear de populações neurais”⁴⁵⁴

Em suma, a diversidade encontrada nas ciências do cérebro e, em especial, na neurodinâmica, dificulta a conexão entre as muitas hipóteses e modelos. As correlações encontradas entre processos cerebrais e comportamento são consistentes entre os estudos, mas muitas vezes as interpretações são diferentes. Afinal, a descrição dinâmica dos processos cerebrais não pode nos revelar mais do que correlações entre propriedades matemáticas provenientes da atividade neural e comportamento – e, indiretamente, estados mentais. Além disto, seja por uma “singularidade” possivelmente inerente aos modelos da dinâmica não-

451 LOWE, G. 2003. Electrical signaling in the olfactory bulb. *Current Opinion in Neurobiology* 13(4)

452 LAURENT, G. WEHR, M. DAVIDOWITZ, H. 1996. Temporal Representations of Odors in an Olfactory Network. in *Journal of Neuroscience*, 16(12)

453 SCHAFFER, GE. THIELE, TE. BERNSTEIN, IL. 1998. Conditioning Method Dramatically Alters the Role of Amygdala in Taste Aversion Learning. *Learning & Memory*, 5(6) CUBERO I, THIELE TE, BERNSTEIN IL. 1999 Insular cortex lesions and taste aversion learning: effects of conditioning method and timing of lesion. *Brain Res.* 839(2)

454 FREEMAN, W. J. 2000. *How brains make up their minds*, Columbia University Press, New York. pg. 82

linear, seja por outro motivo, não encontramos muitos estudos comparando diferentes modelos a fim de uma síntese mais ampla. Pelo contrário, hipóteses e terminologias novas continuam sendo criadas, aumentando a pluralidade de explicações para os processos cerebrais.

Alguns lugares para a consciência

Em suma, qual seria o lugar da consciência na neurociência?

Em primeiro lugar, nos propiciando uma experiência interna que dá significado a diversas palavras com as quais podemos entender, em alguma medida, o que o cérebro está fazendo. Muitos consideram, como Freeman, que a consciência humana é que atrapalha o entendimento do cérebro. No entanto, também não conseguimos entender muito bem os “outros cérebros” do mundo animal. Nem, talvez, uma única célula, pois parece impossível que todas as suas organelas e vias metabólicas existam num mundo regido pelas leis da física e da química. Felizmente existem, seja lá como for. Mas talvez possamos, igualmente, argumentar a favor do contrário: a consciência ajuda a explicar o cérebro. Afinal, não é possível imaginar, hoje, uma neurociência que não se refira ao “discurso interno” e não utilize “conceitos mentalistas”.⁴⁵⁵ E embora não saibamos “como é ser um morcego”, isto não impede uma “psicologia dos morcegos”, pois somos diferentes mas, também, em alguma medida, somos semelhantes. Ao menos segundo a teoria da evolução das espécies. As palavras mentalistas provenientes de nossa experiência particular acabam, em alguma medida, nos ajudando a entender os outros seres humanos e, inclusive, os outros animais.

É como se houvesse, implícito na atividade neurocientífica, uma espécie de “universalidade do sujeito”; como se pudéssemos compreender os cérebros e suas atividades atribuindo-lhe propriedades humanas genéricas – percepção, intenção, memória, antecipação,

⁴⁵⁵ Mesmo o materialismo eliminativo admite sua imaturidade atual. CHURCHLAND, P. S. 1998 *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain*. Bradford Book.

etc. Como aponta Dennet, esta atribuição pode ser uma das maneiras mais simples de compreendermos as coisas, partindo da idéia de que cada uma apresenta um tipo de “comportamento intencional”.⁴⁵⁶ Tal característica está enraizada mesmo em conceitos físico-químicos como “hidrofobia”, o “medo da água” com o qual “explicamos” o comportamento do óleo quando em contato com este líquido.

Também encontramos esta idéia no que Viveiros de Castro chamou de “perspectivismo ameríndio”, referindo-se à maneira pela qual diversas tribos sul americanas compreendem os animais à sua volta. A idéia central é que cada espécie vê a si mesma como humana e vê as outras espécies segundo suas relações alimentares; como presa ou como predador. Assim, por exemplo, “*urubus vêem vermes de carne podre como peixe assado*”,⁴⁵⁷ e enxergam a si mesmo como seres humanos, dotados de hábitos culturais, intenções, etc. Nossas presas, por sua vez, nos veriam como uma serpente, um jaguar, ou um espírito.⁴⁵⁸ Em cada espécie, por outro lado, haveria “xamãs”, que seriam os únicos a conseguir enxergar os outros bichos como humanos, ou seja, da mesma forma como eles se enxergam. Isto permitiria algum entendimento entre as espécies. É interessante notar, ainda nos referindo a Viveiros de Castro, que o “perspectivismo ameríndio” pode ser considerado distinto das cosmologias modernas em um aspecto fundamental. Enquanto a tradição moderna se fundaria na universalidade da matéria e singularidade do espírito, a visão indígena consideraria o aspecto subjetivo como universal (comum a todas as espécies) e o aspecto objetivo como particular e variável (pois o que vemos objetivamente entre seres humanos seria apenas uma das formas de se ver um outro animal). Esta “universalidade”, no entanto, não deve ser entendida do ponto de vista da lógica formal, tal qual uma propriedade presente em todos os elementos da mesma forma. Neste sentido, Cohn considera que:

“o perspectivismo ameríndio não nega a diferença dos pontos de vista. Afinal,

456 DENNETT, D. C., 1997. *Tipos de mentes: rumo a uma compreensão da consciência*. Rio de Janeiro: Rocco.

457 VIVEIROS DE CASTRO, E. 2002. *A inconstância da alma selvagem, e outros ensaios de antropologia*.

São Paulo, Cosac & Naify. pg . 350.

458 Dois exemplos de espíritos citados pelo autor são a lua e a “mãe da varíola”.

*ele não funda uma grande e única perspectiva reversível, mas uma confluência de perspectivas que têm em comum o substrato da subjetividade”.*⁴⁵⁹

Assim, nos resta ainda uma questão: ao estudarmos os cérebros (ou comportamentos) de outras espécies utilizando conceitos provenientes da nossa experiência interna – e obtermos resultados com isto – em que medida estaremos nos fundamentando em uma “universalidade do sujeito”?

De qualquer forma, o discurso em “primeira pessoa do plural”⁴⁶⁰ nos ajuda a organizar os dados provenientes do cérebro, assim como um “parâmetro de ordem” ajuda a organizar as soluções das equações diferenciais dos modelos neurodinâmicos. Neste sentido, a definição neurodinâmica da consciência (de Freeman) nos vale como metáfora do valor da consciência na neurociência.

Segundo nossa análise, a definição da consciência enquanto um “parâmetro de ordem” aplica-se somente a um “recorte do conceito original”, semelhante ao que chamamos normalmente por razão, em oposição à emoção (ordem global versus flutuações locais). O porquê de utilizar tal metáfora matemática, no entanto, não está claro a partir dos resultados empíricos obtidos pelo autor. Até o momento, segundo o material analisado, não foi formulado um parâmetro de ordem que se correlacionasse consistentemente à atividade consciente,⁴⁶¹ a despeito das tentativas. É possível, talvez provável, que correlações mais estreitas venham a ser encontradas, dado o atual avanço das técnicas de medida e de análise. No entanto, se Freeman estiver certo sobre o papel central da auto-organização do cérebro, este deverá ser um órgão minimamente “imprevisível por natureza”, a não ser que se trate de “graus” menores de auto-organização. Afinal, a “intensidade” de auto-organização está relacionada à indeterminação *a priori* do processo.⁴⁶²

459 COHN, C. 2003. Ensaio sobre a riqueza do pensamento ameríndio. *Revista brasileira de Ciências Sociais* 18(51)

460 Nos remetendo, agora, a Dennett.

461 Sendo a consciência, no estudo que buscava encontrar o parâmetro de ordem, definida como estado de vigília.

462 Segundo as definições de Debrun, que consideramos uma base adequada para imaginarmos os diferentes “graus” da emergência.

Em segundo lugar, o lugar da consciência é como “fonte de recortes”, dos mais diversos tipos (basta ver os problemas “fáceis” de Chalmers), para a neurociência. Afinal, se a atividade consciente produz efeitos, eles podem ser objetivamente estudados, cada qual com metodologias próprias. Estes recortes, como vimos, podem causar uma verdadeira confusão conceitual, onde as semelhanças e diferenças nem sempre são evidentes. Nesta “Torre de Babel”, a consciência (agora como causa, e não como efeito) terá novamente papel fundamental, pois só a intuição⁴⁶³ do homem poderá resolver os problemas que ele mesmo criou.

E que lugar sobraria, afinal, para a consciência, depois de tanto ser recortada, dobrada, esticada, colada e reposicionada? Cada um destes recortes e construções nos diz um pouco sobre a consciência, pois são todos seus “efeitos” em alguma medida. Mas eles não são a consciência: são recortes produzidos por ela. Outros recortes poderiam ter sido feitos. O que nos leva, por sua vez, a uma outra questão: de onde vêm estes recortes?

Poderíamos, tautologicamente, responder: da consciência, esta propriedade emergente do cérebro. Mas esta consciência (tal como a conhecemos, ou seja, humana) emerge apenas dentro, também, de uma cultura, de uma sociedade. O cérebro e a cultura parecem “co-evoluir” em torno do ser humano. As palavras que utilizamos para descrevê-lo são sínteses do pensamento de nossa época. Elas podem mudar, desaparecer ou serem criadas. O que elas não podem, segundo nosso entendimento, é deixar de interagir, pois, neste caso, estaremos realmente caminhando rumo a uma “Torre de Babel”. Um conjunto de modelos e hipóteses de difícil conexão. Uma neurociência de muitos resultados locais, muitas propostas alternativas, mas pouco entendimento global.

Evidentemente, a ciência tem seus próprios meios de lidar com esta pluralidade:

“a ciência moderna não é nem uma nem simples. Ela repousa, é verdade, em

463 No sentido bergsoniano.

idéias que acabamos por achar claras; mas estas idéias, quando são profundas, foram esclarecidas progressivamente pelo uso que foi feito delas; devem, então, a melhor parte de sua luminosidade à luz que lhes foi reenviada, por reflexo, dos fatos e das aplicações a que foram conduzidas, a clareza de um conceitos sendo apenas, pois, a segurança de manipulá-lo com proveito.”

Mas os produtos da ciência são, muitas vezes, de difícil digestão, como pudemos perceber ao longo deste trabalho. Bergson, novamente, observou algo parecido há um século:

“O eclipse parcial da metafísica de meio século para cá tem sobretudo como causa a extraordinária dificuldade que o filósofo experimental atualmente tem para tomar contato com uma ciência que se tornou muito mais diversificada”⁴⁶⁴

Este trabalho é uma pequena contribuição no sentido de esclarecer um recorte específico no meio desta diversidade chamada neurociência. Falamos aqui da consciência em diversos sentidos diferentes, e mesmo assim parece que não conseguimos falar da consciência “enquanto consciência”. Em outras palavras, ao analisarmos a consciência numa perspectiva científica - na busca por uma “teoria da consciência” - parece que ela nos foge de alguma maneira, como se fosse a indeterminação quântica “desaparecendo” no momento da medida.

Afinal, uma teoria é, antes de mais nada, uma “naturalização”. E alguns dos aspectos humanos de que mais nos orgulhamos são, podemos dizer, a capacidade de criação, de entendimento, de improviso, de encontrar uma forma diferente para as “coisas como elas são”. Será este aspecto da consciência “naturalizável”? Mesmo que não seja, este não seria nenhum obstáculo intransponível para a ciência moderna e suas ferramentas estatísticas. Qual seria o problema, então?

Talvez o problema esteja fora da ciência, na sociedade que a produz. Afinal, o discurso científico é tomado hoje como mais verdadeiro do que os outros, ele produz efeitos na sociedade. Neste sentido, a obra de Walter Freeman pode ser, talvez, mais importante do que no plano científico. Isto porque, embora seu modelo apresente incoerências e lacunas, o autor busca, a todo momento, demonstrar que uma consciência criativa, emocional e

⁴⁶⁴ BERGSON, Henri, 1903. Introdução à metafísica. In Os pensadores: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.

responsável pode “habitar” nosso cérebro. E talvez esta mensagem, por si só, já produza efeitos importantes na sociedade, mesmo que os fundamentos científicos subjacentes a ela, segundo nossa análise, ainda não estejam maduros. Efeitos estes que ajudariam a “compensar” a “naturalização da consciência” promovida, segundo nosso entendimento, pela avalanche de estudos dos mais variados campos de conhecimento, em especial das ciências biológicas e cerebrais.

De maneira mais ampla, portanto, o lugar da consciência seria, antes de mais nada, na ação cotidiana dos homens. Afinal, de nada valerá uma boa teoria da consciência se ela for acompanhada de uma vida mecânica e sem significado, em uma sociedade onde algumas “consciências” exploram outras.

Conclusão

A consciência é considerada por muitos como uma propriedade emergente do cérebro, embora o corpo e a sociedade sejam condições necessárias, até onde sabemos, para que o cérebro “produza” a consciência tal como a conhecemos. De qualquer forma, os processos cerebrais, sendo também efeitos do corpo e do meio, apresentam diversas correlações com os processos conscientes. A natureza desta relação, no entanto, permanece desconhecida, a despeito das muitas tentativas de se superar a dicotomia cartesiana. Os processos cerebrais, por sua vez, são extremamente complexos e variam de forma não-linear, o que caracteriza este órgão como um sistema dinâmico.

Neste contexto, a neurodinâmica aparece como uma alternativa promissora na neurociência. Seu papel, no entanto, parece não ser o de “paradigma alternativo”, mas de complemento metodológico aos “paradigmas tradicionais”. Este ponto de vista, encontrado por exemplo em Eliasmith, foi corroborado por este trabalho em relação à proposta de Walter Freeman. A matemática da dinâmica não-linear pode ser preciosa para a descrição, discussão e análise dos sistemas cognitivos. Além disto, o discurso verbal sobre a neurodinâmica parece descrever algo mais próximo à atividade cerebral do que o “discurso tradicional” sobre representações e processamento de informações. No entanto, o próprio modelo de Freeman se vale destas metáforas para tornar-se inteligível. Fica, assim, em aberto, a questão de um possível “novo paradigma” para a neurociência. Uma questão que já gerou diversas respostas e muitos modelos que, hoje, coexistem de forma consideravelmente desconexa. Uma situação que relacionamos, metaforicamente, à Torre de Babel.

A definição da consciência de Freeman, por sua vez, parece constituir-se numa tradução verbal dos métodos matemáticos utilizados pelo autor para analisar os dados cerebrais. Um “parâmetro de ordem” é o resultado de repetidas medidas macroscópicas, com

o objetivo de restringir as soluções da equação (descrição microscópica). Assim como a equação teria muitas soluções sem o parâmetro, também o cérebro apresentaria muitos outros comportamentos se não houvesse um “parâmetro ordenador global”. Os registros de EEG evidenciam correlações e sincronias entre os processos neurais, que são descritas na dinâmica não-linear através dos parâmetros de ordem. A consciência, neste sentido, seria uma ação global do cérebro sobre ele mesmo, que restringiria e selecionaria as flutuações locais – sendo encontrada também em outros animais. Trata-se, segundo nosso entendimento, de uma metáfora matemática resultante de um recorte específico da consciência. Para Freeman, a consciência é uma “parada temporária” no ciclo intencional visando o comportamento de longo prazo. A relação entre “ação global” da consciência e as “flutuações locais” resultantes de fontes diversas parece, em última instância, com a relação normalmente atribuída entre a razão e a emoção. Assim, a consciência neurodinâmica de Freeman é uma espécie de “fator racional” que conduz o caos cerebral em direção a atratores globais – tendências não explicadas pelo modelo. No entanto, as próprias flutuações caóticas já são formas globais de níveis inferiores, o que deixa em aberto a questão da origem da forma.

Em relação à consciência humana, o autor não parece contribuir de maneira significativa, até porque seus resultados empíricos fundamentam-se em animais treinados com condicionamento operante, com dispositivos implantados cirurgicamente no cérebro. O autor publicou alguns estudos em humanos onde encontrou “cones de fase”, mas não os “padrões de modulação em amplitude”. Segundo Debrun, a descrição dinâmica da ordem sendo gerada por tendências ao equilíbrio não explica a criatividade dos processos auto-organizados e, podemos acrescentar, da consciência humana. Por fim, a existência de conhecimento objetivo parece contrastar com a idéia do autor de que o significado é privado (além de ser exclusivamente cerebral). Para explicar a aparente objetividade no que chama de “isolamento solipsístico”, Freeman refere-se a propriedades biológicas de seres sociais, como o hormônio ocitocina,

relacionadas aos laços de afetividade. Isto explicaria, em alguma medida, porque os seres sociais tendem a confiar mais nos outros da mesma espécie (em relação aos não sociais) e porque eles tendem a se comportar de maneira semelhante. No entanto, a questão do entendimento, da objetividade realmente – não apenas o padrão coletivo – permanece contrastante com a visão de que o significado é privado. Aparentemente, o autor fundamenta esta tese em uma “identidade” entre cérebro e sujeito: se cada cérebro apresenta padrões diferentes, cada sujeito tem conteúdos diferentes em sua mente. Assim, o que ele chama de “significado na percepção” pode corresponder, segundo nosso entendimento, aos chamados *qualia*, e não considera a possibilidade da múltipla realização ou, segundo Kim, da superveniência entre o mental e cerebral.

Foram feitas também algumas considerações acerca dos limites da auto-organização como explicação para os fenômenos mentais: 1) quanto maior é o “grau” de auto-organização, menor é a previsibilidade do processo e sua inteligibilidade a partir de referenciais externos; 2) os processos auto-organizados parecem já pressupor alguma “mentalidade”, ou “pansubjetividade” presente ao nível dos elementos do sistema. No entanto, esta é apenas uma interpretação com o intuito de tornar inteligível a questão da origem da forma nos processos auto-organizados.

Diferentes “graus” de auto-organização podem corresponder a diferentes concepções de emergentismo. Aquelas mais “radicais” se fundamentam em “graus maiores” (como a auto-organização primária) e se aproximam do dualismo de propriedades. O emergentismo mais “suave” ou “moderado”, por sua vez, pode ser relacionado a “graus menores” de auto-organização, aproximando-se assim do materialismo reducionista. Assim, talvez possamos dizer que o emergentismo nasce da negação destas duas correntes, posicionando-se em algum lugar entre elas. O resultado, aparentemente, é a criação de “reduções locais”, visto que cada propriedade emergente (sendo efeito de processos auto-

organizados) apresenta características particulares. A “redução local” parece ser o paradigma atual da neurociência, assim como a referência ao modelo computacional e ao discurso “em primeira pessoa do plural”, todos aparentemente compatíveis com o emergentismo “moderado”.

Em relação ao modelo neurodinâmico de Walter Freeman, algumas questões ainda não foram esclarecidas:⁴⁶⁵

1. os padrões de modulação em amplitude, tais como descritos por Freeman, podem ser encontrados em animais não condicionados? Em que medida eles são diferentes de outros padrões de distribuição espacial de amplitude encontrados no tecido cortical?
2. Por que relacionar os padrões MA à percepção? Afinal, só puderam ser encontrados, em cada teste, três tipos de padrão MA: um para o reforço, um para a punição, e outro para a ausência de estímulo. Neste sentido, os padrões MA, embora tenham sido encontrados nos córtices sensoriais, parecem mais correlacionados à emoção, ou aos estados internos, do que à percepção propriamente dita.
3. Por que estudar o “significado na percepção”? Por que não elaborar experimentos diferentes para testar a hipótese de que os padrões MA são significados?
4. Se consideramos que a mente é produzida pelo cérebro, como um cérebro variante pode levar a uma invariância perceptiva?
5. Qual é a vantagem de se dizer que o cérebro trabalha com significados? Isto não seria apenas uma maneira de dizer que a “redução local” é o paradigma adequado para a neurociência?
6. Se os padrões MA não podem ser “transmitidos”, não seriam eles “representados” ao resto do cérebro? Afinal, as vias divergente-convergentes interferem justamente na dimensão espacial, onde está presente a “informação mesoscópica”.
7. Qual é a natureza das “hipóteses límbicas”? Apenas o conceito de descarga corolária

465 O autor também reconhece algumas lacunas na sua proposta, que colocamos na pg. 81.

não parece suficiente para explicar o caráter “complexo” e “subjetivo” que esperamos encontrar em uma “hipótese”.

8. A ação “global” do cérebro sobre si mesmo (o parâmetro de ordem ou “consciência”) seria gerada apenas pelo sistema límbico e córtices sensoriais?
9. Como os córtices poderiam “testar as hipóteses límbicas”? Pelos padrões MA? Neste caso, não deveríamos esperar alguma “estrutura básica” nos padrões MA, onde diferentes arranjos corresponderiam a “hipóteses aceitas” e “não aceitas”?
10. Em que medida a descrição dinâmica explica o cérebro e a consciência? Segundo nossa análise, é justamente o inverso que ocorre. Pois para dar sentido aos ciclos atratores e flutuações caóticas foi necessário recorrermos a modelos biológicos, psicológicos ou “cognitivistas”.

No “aspecto filosófico”, a origem da consciência seria um problema menos relevante, de acordo com um trecho escrito pelo autor, mas em diversos outros momentos ele busca destacar e evidenciar a solução “pragmática” da causalidade circular. Trata-se de uma causalidade bidirecional entre topo e base, que parece incluir as quatro causas aristotélicas: na via ascendente a causa motora (assim como, entendemos, a causa material) e na via descendente uma certa mistura de causa formal e final. Trata-se de uma solução lógica para explicar a interferência da consciência num mundo causalmente fechado (no sentido da causa motora). Nesta concepção, a consciência seria o ordenador global que operaria sobre as flutuações. Assim, não fica clara a diferença entre a consciência humana e os outros processos auto-organizados. O autor defende a tese do emergentismo e rejeita o panpsiquismo, o paralelismo, a teoria da identidade, o reducionismo, o dualismo, o determinismo e o epifenomenismo. Neste trabalho, contudo, pudemos observar algumas características destas linhas filosóficas quando analisamos com profundidade seu modelo. Isto reflete, mais do que

contradições nas interpretações e modelos do autor, a complexidade do cérebro e de sua relação com a mente. Reflete, ainda, podemos entender, alguma compatibilidade entre as diferentes perspectivas da filosofia da mente.

Uma outra questão, relacionada à causalidade circular, é a complexidade e parcialidade do conceito de “todo”. Para Freeman, o “todo” parece um conceito simples, onde propriedades emergentes do cérebro existiriam igualmente em toda sua extensão, e não existiriam fora dele. Ele aponta como evidência disto o fato de que qualquer eletrodo a menos altera a confiabilidade de classificação dos padrões espaciais de modulação em amplitude (MA) quanto a parâmetros do condicionamento (CS0, CS-, CS+) – embora tal correlação seja normalmente citada como relativa à percepção e não ao condicionamento. Entretanto, pelo que entendemos, esta importância de cada eletrodo individual pode estar relacionada ao fato de que os padrões encontrados por Freeman são essencialmente espaciais, como mapas. Além disto, o chamado “todo cerebral”, teoricamente correspondendo ao prosencéfalo, acaba sendo gerado, segundo pudemos entender, apenas pelos córtices sensoriais e sistema límbico. Assim, o conceito de “todo” parece ser mais complexo e parcial do que nos descreve Freeman a partir de suas evidências empíricas. Outros autores, como Edelman e Tononi, consideram que a ação consciente requer um certo grau de complexidade e sincronia córtico-talâmica. O que nos sugere uma atividade que “tende a ser” global.

Por fim, segundo o presente estudo, a neurodinâmica não pode explicar a consciência, mas pode descrever muito bem um de seus efeitos (ou causas, ou correlatos) mais impressionantes: os processos cerebrais. Assim, ela pode ajudar, em muito, o entendimento do cérebro, e mesmo da consciência, desde que complementada com explicações e modelos provenientes de outras áreas do conhecimento. O conceito de “atrator” é um bom exemplo disto, pois descreve justamente uma tendência que não pode ser explicada em termos meramente dinâmicos (assim como não parece adequado dizer que Joana d'Arc

morreu queimada porque o corpo humano entra em combustão a partir de certa temperatura). Para identificar matematicamente um atrator (reconhecido macroscopicamente) e analisá-lo, a neurodinâmica é de grande valia. Para darmos algum significado a esta descoberta, no entanto, precisaremos recorrer a conhecimentos específicos que temos sobre o sistema em particular; no caso, o cérebro (e o organismo “em volta dele”). Assim, dependendo da perspectiva filosófica com a qual interpretamos os dados neurodinâmicos, podemos tecer diferentes explicações.

Ou seja, tal como nas neuroimagens, o terreno aberto pela neurodinâmica é bastante fértil. Nele crescem muitas árvores e pequenos brotos, fica difícil a penetração. E seus frutos, aparentemente, dependem de alguém que regue a descrição com conteúdos e interpretações trazidos de outros campos de cultivo.

Referências

- AXEL, R. 1995. The molecular logic of smell. *Scientific American* 273(4):154-9
- BARBER, J. 2005 Consciousness and Teleportation. *Journal of Consciousness Studies*, 12(3)
- BARRIE, J. FREEMAN, W. LENHART, M. 1996. Spatiotemporal Analysis of Prepyriform, Visual, Auditory, and Somesthetic Surface EEGs in Trained Rabbits. *Journal of Neurophysiology*, 76(1)
- BARROW-GREEN, J. 1997. *Poincaré and the Three Body Problem*. American Mathematical Society.
- BATESON, P. 2005. Desirable Scientific Conduct. *Science*, 307(5710)
- BECHARA A, DAMASIO AR, DAMASIO H, ANDERSON SW. 1994 Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*; 50: 7-15
- BEHE M. 1997 *A caixa preta de Darwin: o desafio da Bioquímica à teoria da evolução*, Jorge Zahar.
- BEKOFF, M. 2003. Considering Animals - Not “Higher” Primates. in *Zygon* 38(2)
- BERGSON, Henri, 1903. Introdução à metafísica. In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.
- BERGSON, Henri, 1904. O cérebro e o pensamento: uma ilusão de ótica. In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.
- BERGSON, Henri, 1911. A consciência e a Vida. In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.
- BERGSON, Henri, 1919. A alma e o corpo. In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.
- BERGSON, Henri, 1934. O pensamento e o Movente. In *Os pensadores*: Bergson. Abril Cultural, 1979, São Paulo.
- BRANDÃO, Iulo, 1996. *Unidade e diversidade como correlatos da ordem e da desordem no campo da estética*. In Auto-organização: estudos interdisciplinares, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18.
- CHALMERS, D.J. 1995 Facing Up to the Problem of Consciousness. *Journal of Consciousness Studies* 2(3)
- CHURCHLAND, P. S. 1998 *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain*. Bradford Book.

- CLARKE, C. 2005. Being and Field Theory. *Journal of Consciousness Studies*, 12, No.. 4–5
- COHN, C. 2003. Ensaio sobre a riqueza do pensamento ameríndio. *Revista brasileira de Ciências Sociais* 18(51)
- CUBERO I, THIELE TE, BERNSTEIN IL. 1999 Insular cortex lesions and taste aversion learning: effects of conditioning method and timing of lesion. *Brain Res.* 839(2)
- DAMÁSIO, A. 1994. *O erro de Descartes*. São Paulo: Companhia das Letras.
- DAMÁSIO, A. 1999. *O mistério da consciência*. São Paulo: Companhia das Letras.
- DAMASIO, A. 2003. *Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos*. Cia. das Letras, São paulo, 2004.
- DEBRUN, M. 1996. *A dinâmica de Auto-organização Primária*. In Auto-organização: estudos interdisciplinares, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18
- DEBRUN, M. 1996. *A idéia de auto-organização*. In Auto-organização: estudos interdisciplinares, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18
- DENNETT, D. C. 1993. *Consciousness explained*. Penguin Books
- DENNETT, D. C., 1997. *Tipos de mentes: rumo a uma compreensão da consciência*. Rio de Janeiro: Rocco.
- DENNETT, DC. 1996. Facing backwards on the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies* 3(1)
- DER, R. e HERRMANN, M. 1994. Critical phenomena in self-organizing feature maps: Ginzburg-Landau approach. in *Physical Review E* 49{6}
- DREYFUS, HL. 2002. Intelligence Without Representation- Merleau-Ponty's Critique of Mental Representation: The Relevance of Phenomenology to Scientific Explanation. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1(4)
- DUMENKO, VN. KOZLOV, MK. 1997. Study of the EEG phenomenon of high-frequency bursts in the neocortical electrical activity of dogs in the process of alimentary instrumental learning. *Exp. Brain Res.* 116(3)
- DUMIT, J. 2003. Is It Me or My Brain? Depression and Neuroscientific Facts. *Journal of Medical Humanities*, 24(1-2)
- ECKE, R.E. e ZHONG F. e KNOBLOCH, E. 1992. Hopf bifurcation with broken reflection symmetry in rotating Rayleigh-Bénard convection. *Europhysics Letters*, vol. 19
- EDELMAN G. 2003. Naturalizing consciousness: a theoretical framework. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 100(9):5520-4

- EDELMAN, G. TONONI, G. 1998. Consciousness and complexity. *Science*, vol.282.
- ELIASMITH, C. (1996). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Journal of Philosophical Psychology*. Vol. 9 No. 4 pp. 441-463.
- ESPINOSA, B. 1677. *Ética: demonstrada à maneira dos geômetras*. In Os pensadores, ed. Abril, São Paulo, 1973.
- FEINBERG I. 1978. Efference copy and corollary discharge: implications for thinking and its disorders. *Schizophrenia bulletin*. 4(4)
- FEINBERG, TE, 2001. Why the mind is not a radically emergent feature of the brain. *Journal of consciousness studies* 8(9-10)
- FREEMAN, W. e VITIELLO, G. 2006. Nonlinear brain dynamics as macroscopic manifestation of underlying many-body field dynamics. in *Physics of Life Reviews*, 3(2)
- FREEMAN, W. J. 1979. EEG analysis gives model of neuronal template-matching mechanism for sensory search with olfactory bulb. *Biological cybernetics* 35(4):221-34.
- FREEMAN, W. J. 1986. Relation of Olfactory EEG to Behavior: Time Series Analysis. *Behavioral Neuroscience* 100 (5). 753-763
- FREEMAN, W. J. 1991. The physiology of perception. *Scientific American*. 264 (2): 78-85.
- FREEMAN, W. J. 1997. Three centuries of category errors in studies of the neural basis of consciousness and intentionality. *Neural Networks* 10: 1175-1183
- FREEMAN, W. J. 1999. Consciousness, Intentionality and Causality. In *Journal of Consciousness Studies* 6 (11-12) pg.143-72.
- FREEMAN, W. J. 2000. *How brains make up their minds*, Columbia University Press, New York.
- FREEMAN, W. J. 2000b. The Neurodynamics of Intentionality in Animal Brains May Provide a Basis for Constructing Devices that are Capable of Intelligent Behavior. In *NIST Workshop on Metrics for Intelligence: Development of Criteria for Machine Intelligence*.
- FREEMAN, W. J. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part I: Information and meaning in nonconvergent and nonlocal brain dynamics. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 9
- FREEMAN, W. J. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part II: spatial patterns of phase in gamma EEGs from Primary sensory cortices reveal the dynamics of mesoscopic wave packets. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 9

- FREEMAN, W. J. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part III: multiple cortical areas synchronize without loss of local autonomy. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 10
- FREEMAN, W. J. 2003 A neurobiological theory of meaning in perception, Part IV: multicortical patterns of amplitude modulation in gamma EEG. *International Journal of Bifurcation & Chaos* Vol. 13, No. 10
- FREEMAN, W. J. 2003. The wave packet: an action potential for the 21st century. *Journal of Integrative Neuroscience* 2(1):3-30
- FREEMAN, W. J. 2005. Cinematographic construction by brains of knowledge from information. *Neural Networks, IJCNN '05. Proceedings. 2005 IEEE International Joint Conference on.*
- FREEMAN, W. J. 2005. Emotion is from preparatory brain chaos; irrational action is from premature closure. in *Behavioral and Brain Sciences*, 28: 204-205
- FREEMAN, W. J. 2006. A cinematographic hypothesis of cortical dynamics in perception. *International journal of psychophysiology*
- FREEMAN, W. SEARLE, J. 1998. Do we understand consciousness? In *Journal of Consciousness Studies*, 5(5-6)
- FREEMAN, WJ & KOZMA, R. 2002. Classification of EEG Patterns Using Nonlinear Neurodynamics and Chaos, *Neurocomputing*, 44-46: 1107-1112
- FREEMAN, WJ, BAIRD, B. 1987. Relation of olfactory EEG to behavior: spatial analysis. *Behavioural Neurosciences* 101(3):393-408
- GAMBARATO, R R. 2005. Signo, significação, representação – um percurso semiótico. In *Semiosfera*, ano 5, nº 8
- GOGOS, JA. OSBORNE, J. NEMES, A. MENDELSON, M. AXEL, R. 2000. Genetic Ablation and Restoration of the Olfactory Topographic Map. in *Cell* 103
- HAFTING T, FYHN M, MOLDEN S, MOSER MB, MOSER, EI. 2005. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*. 436(7052):801-6
- HAKEN, H. 2004. *Synergetics: Introduction and Advanced Topics*. Springer.
- HAKEN, H. KNYAZEVA, H. 2000. Arbitrariness in nature: synergetics and evolutionary laws of prohibition. *Journal for General Philosophy of Science*
- HAMEROFF, S PENROSE, R. 1996. Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness. *Mathematics and Computers in Simulation*, 40(3)
- HAWKING, S. 2001. *O universo numa casca de noz*, Mandarin, São Paulo.

- JAHN, RG. DUNNE, BJ. NELSON, RD. DOBYNS, YH. BRADISH, GJ. 1997. Correlations of random binary sequences with pre-stated operator intention: A review of a 12-year program. *Journal of Scientific Exploration* 11(3)
- JAMES, W. 1906. *Pragmatismo*. In Os pensadores. São Paulo, Abril cultural, 1979
- JIRSA, VK. HAKEN, H. 1996. Field Theory of Electromagnetic Brain Activity. *Physical Review Letters*. 77 (5)
- JOHN, E.R 2001. A Field Theory of Consciousness. *Consciousness and Cognition*, 10(2)
- KEIL A, STOLAROVA M, HEIM, S, GRUBER T, MULLER MM. 2003 Temporal stability of high-frequency brain oscillations in the human EEG. *Brain Topogr*. Winter;16(2)
- KIM, J. 1993. *Supervenience and mind*. Cambridge University Press, New York.
- KLEINERT, H. 1989. *Gauge fields in condensed matter*. World Scientific Teaneck, NJ. Pgs. 307 a 309
- KOZMA, R. HARTER, D. ACHUNALA, S. 2002. Action selection under constraints: dynamic optimization of behavior in machines and humans , in *Proceedings of the 2002 International Joint Conference*, Vol. 3, pg: 2574-2579
- LAURENT, G. WEHR, M. DAVIDOWITZ, H. 1996. Temporal Representations of Odors in an Olfactory Network. in *Journal of Neuroscience*, 16(12)
- LEDOUX, J. 1998. *O cérebro emocional: os misteriosos alicerces da vida emocional*. Objetiva, Rio de Janeiro.
- LEIBNIZ, G. 1714 Os princípios da filosofia ditos a monadologia. In *Os pensadores*, Abril Cultural, 1983.
- LENT, R., 2002. *Cem Bilhões de Neurônios*. Atheneu, Rio de Janeiro.
- LOWE, G. 2003. Electrical signaling in the olfactory bulb. *Current Opinion in Neurobiology* 13(4)
- MA, T. e WANG, S. 2003. Attractor bifurcation theory and its applications to Rayleigh-Benard convection. *Communications on Pure and Applied Analysis*, 2(3)
- MACFADDEN, J. 2002. The Conscious Electromagnetic Information (Cemi) Field Theory. *Journal of Consciousness Studies* 9(8)
- MARIN, E. e JEFFERIS, G. e KOMIYAMA, T. e ZHU, H. e LUO, L. 2002. Representation of the Glomerular Olfactory Map in the Drosophila Brain. in *Cell*, Vol.109, pg. 243–255
- MILTNER, WHR and BRAUN, C. and ARNOLD, M. and WITTE, H. and TAUB, E. 1999. Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associate learning. in *Nature* 397

- NICOLELIS, M & RIBEIRO S. 2002. Multielectrode recordings: the next steps. *Neurobiology* 12:602–606
- NICOLELIS, MA. 2001. Actions from thoughts. *Nature* 409(6818):403-7.
- PENROSE, R. 1996. *O grande, o pequeno e a mente humana*. Ed. Unesp, São Paulo, 1998. Original de Cambridge University Press.
- PEREIRA, A. GUIMARÃES, RC E CHAVES JC. 1996. Auto-organização na biologia: nível ontogenético. In *Auto-organização: estudos interdisciplinares*, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18
- POULET JFA & HEDWIG, B. 2006 The Cellular Basis of a Corollary Discharge. *Science* 311(5760): 518 – 522
- POULET, JFA & HEDWIG, B. 2003. A Corollary Discharge Mechanism Modulates Central Auditory Processing in Singing Crickets. *Journal of neurophysiology*
- PRADO Jr, B. 2004. “Descartes, esse cavaleiro...”. Texto divulgado no curso de Filosofia Contemporânea da UFSCar.*
- PRIGOGINE, I. 2002. *As leis do caos*. Unesp, São Paulo.
- RAMACHANDRAN, VS. e HUBBARD, EM. 2003. The Phenomenology of Synaesthesia. *Journal of Consciousness Studies* 10(8)
- RAPOPORT, S. I. BOSETTI, F. 2002. Do lithium and anticonvulsants target the brain arachidonic acid cascade in bipolar disorder? *Archives of general psychiatry*.
- SACKS, O. 1997. *O homem que confundiu sua mulher com um chapéu*. Companhia das Letras, São Paulo.
- SALT, S. 2002. A Truly Hard Problem. *Journal of Consciousness Studies* 9(1)
- SCHAFE, GE. THIELE, TE. BERNSTEIN, IL. 1998. Conditioning Method Dramatically Alters the Role of Amygdala in Taste Aversion Learning. *Learning & Memory*, 5(6)
- SEARLE, J. R. 1980. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3)
- SEARLE, J. Why I Am Not a Property Dualist. *Journal of Consciousness Studies*, 9(12)
- SETTE, AM. 1996. máquinas de Brower e auto-organização. In *Auto-organização: estudos interdisciplinares*, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência – Unicamp, Campinas. Coleção CLE número 18
- SILVA, F. L. 1991. Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 79: 81-93
- SIMPSON, G. G. 1947. Haverá plano e finalidade na natureza? In *Evolução, Raça e Cultura*, Trad. Gioconda Mussolini, Edusp, 1969. Título original: “*The problem of Plan and*

Purpose in Nature”

- SKARDA, CA. & FREEMAN, WJ. 1987. How brains make chaos in order to make sense of the world. in *Behavioral and Brain Sciences*, 10 pgs. 161–195
- SLEIGH, J.W, STEYN-ROSS, D.A., STEYN-ROSS, M. 1998. The First Time-Derivative of the EEG: A Possible Proxy for the Order-Parameter for the Cerebral Cortex. In *Complexity International*, vol. 6.
- SPERRY, RW. 1952. Neurology and the mind-brain problem. *American Scientist*, 40(2)
- SPERRY, RW. 1950. Neural basis of the spontaneous optokinetic response. *Journal of Comparative Physiology* 43(6): 482-9
- SRINIVASAN, R. RUSSELL, DP. EDELMAN, GM. AND TONONI, G. 1999. Increased Synchronization of Neuromagnetic Responses during Conscious Perception. *The Journal of Neuroscience*, 19(13)
- SYMONS, J. 2001. Explanation, Representation and the Dynamical Hypothesis. *Minds and Machines* 11(4): 521 - 541
- TALLON-BAUDRY, C. e BERTRAND, O. 1999. Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation. in *Trends in Cognitive Sciences*, 3 (4)
- TEIXEIRA, J. F, 1996. *Filosofia da Mente e Inteligência Artificial*, Edições CLE-UNICAMP
- TEIXEIRA, J. F., 2000. *Mente, Cérebro e Cognição*, Vozes.
- THELEN, E. SCHÖNER, G. SCHEIER, C. SMITH, LB. 2001 The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*
- THOMPSON, E. VARELA, F. 2001 Radical embodiment: neural dynamics and consciousness. *Trends in Cognitive Sciences* Vol.5 No.10
- VARELA, F. THOMPSON, E & ROSCH, E. 1991. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- VIVEIROS DE CASTRO, E. 2002. *A inconstância da alma selvagem, e outros ensaios de antropologia*. São Paulo, Cosac & Naify.
- WOLPAW, JR. MCFARLAND, DJ. NEAT, GW. AND FORNERISA, CA. An EEG-based brain-computer interface for cursor control. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Volume 78, Issue 3.
- WURTZ, R & SOMMER, M. 2002. A Pathway in Primate Brain for Internal Monitoring of Movements. *Science*, vol. 296.
- WURTZ, R & SOMMER, M. 2004 Identifying corollary discharges for movement in the primate brain. *Progress in Brain Research*, Vol. 144 Cpt. 3.