

Concepções materialistas sobre a sede imediata da consciência

Oswaldo Frota Pessoa Junior *

Resumo: Este trabalho estuda, do ponto de vista materialista, o debate sobre qual é a sede física da “consciência primária”, ou seja, da forma mais básica de consciência, envolvendo sensações e emoções. Examinamos historicamente o problema de se tal sensorio é localizado em uma pequena região do encéfalo ou se a consciência é distribuída de maneira holista. Destaque é dado aos escritos de neurofisiologistas da década de 1950, que se dividiam entre a afirmação de que a sede da consciência primária é subcortical, e visões mais holistas como a da tese da homogeneidade (funcionalismo). Busca-se explicar a transição que ocorreu ao final da década de 1960, com o papel predominante que se passou a dar para o neocórtex. A finalidade filosófica deste trabalho é regatar a importância da tese subcorticalista.

Palavras-chave: consciência primária; correlato neural da consciência; holismo; materialismo; localizacionismo; sensorio

Materialist conceptions about the immediate seat of consciousness

Abstract: This paper studies, from a materialist point of view, the debate concerning what is the physical seat of “primary consciousness”, that is, the most basic form of consciousness involving sensations and emotions. We examine historically the problem of whether such a sensorium is located in a small region of the brain or whether consciousness is distributed in a holistic way. Emphasis is given to the writings of the neurophysiologists of the 1950’s, divided between the claim that the seat of primary consciousness is subcortical, and more holistic views like that of the homogeneity thesis (functionalism). One attempts to explain the transition that took place in the end of the 1960’s, and the privileged role that was given to the neocortex. The philosophical aim of this paper is to recover the importance of the subcorticalist thesis.

¹* Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Rua Prof. Luciano Gualberto, 315, 05508-010, São Paulo, SP. E-mail: opessoa@usp.br.

Key-words: primary consciousness; neural correlate of consciousness; holism; materialism; localizationism; sensorium

1 INTRODUÇÃO

A concepção *materialista* da mente considera que a consciência é um produto do corpo do animal, particularmente do seu sistema nervoso, e que na morte a consciência do indivíduo desaparece. Esta concepção se opõe a diversas correntes, em especial ao espiritualismo das visões religiosas e às concepções dualistas da mente, que consideram que a mente é parcial ou inteiramente independente da matéria. O presente estudo se dará no contexto da neurociência contemporânea, que é marcadamente materialista². Consideraremos a forma mais básica de consciência, conhecida como “consciência primária”, e examinaremos o problema de se a sede física imediata desta forma de consciência é localizada em uma pequena região do encéfalo ou se é distribuída de maneira “holista”.

A “consciência primária”³ seria a forma mais básica de consciência, que supostamente surgiu na evolução dos animais, em algum estágio ainda não estabelecido, antes da evolução de formas mais complexas de consciência, com a qual os seres humanos estão familiarizados. Este tipo primário de consciência pode ser caracterizado como o que os filósofos chamam de “consciência fenomênica”, estando associado às qualidades subjetivas da percepção, das emoções, da rememoração e

² Nota-se, porém, que o problema também surge em algumas teorias dualistas, que compartilham a tese do “encefalismo” (*cerebralism*), ou seja, a tese de que a mente se manifesta através do encéfalo em funcionamento (Bogen, 1995, pp. 148-149).

³ Este é o termo usado por Edelman (1992, p. 112): *primary consciousness*, tendo já sido empregado por Hodgson (1878). J. S. Mill usava o termo “*original consciousness*”, e com Hodgson o atribuía a crianças pequenas, ambos negando neste estágio a separação entre sujeito e objeto, com o que concordava William James (ver Evans, 1970, p. 62). Cairn (1952) e Fessard (1954) falavam em “consciência bruta” (*crude consciousness*) e Armstrong (1979, p. 236) em “consciência mínima”; Rosenthal (1992, p. 729) introduziu “*creature consciousness*”, a consciência de criatura; Bogen (1995, p. 138) usou “*subjective awareness*”, que pode ser traduzido por “ciência subjetiva”; Damásio (2000, p. 112) usa “*core consciousness*”, que traduziríamos por consciência cerneira (de “cerne”). “Vigília” designa o estado em que um organismo está acordado e respondendo a estímulos externos, geralmente com ciência (*awareness*), mas exclui o estado subjetivo vivenciado no sono REM, que também costuma ser incluído na consciência primária. A “atenção” é um estado de ciência intensificado.

do sonho. Uma questão que será deixada em aberto é em que medida tal tipo de consciência está associado a uma noção de *self* (“eu” ou “si mesmo”), e também evitaremos a discussão sobre intencionalidade. Esta forma evolutivamente mais primitiva de consciência não envolveria compreensão linguística, nem intuições matemáticas, nem juízos morais, nem representações elaboradas. Segundo Bogen (1995, p. 55), “exemplos são náusea, cansaço, dor não elaborada – como a nevrálgia do trigêmeo –, sede e outros similares.”

2 CORRELATOS NEURAI DA CONSCIÊNCIA

A noção de “sede imediata da consciência” deve ser esclarecida. É usual falar-se em “correlato neural da consciência” (CNC), mas tal expressão encerra alguma ambiguidade.

Koch *et al.* (2016, p. 308) definem tais correlatos como “os mecanismos neuronais mínimos que são conjuntamente suficientes para qualquer percepto específico.” Fazem uma distinção entre o “CNC de conteúdo específico” (*content-specific NCC*), que se refere a uma situação cognitiva específica, como a percepção de uma face humana, e o “CNC completo” (*full NCC*), que estaria associado a todas as formas de consciência.

A mencionada ambiguidade pode ser exemplificada ao se considerar o CNC associado à percepção de uma face humana. Em um experimento, compara-se a percepção de uma face com a percepção de uma imagem borrada, e por meio de técnicas de imageamento cerebrais, registram-se as diferenças de atividade cerebral entre as duas situações. Com isso, identificam-se duas áreas corticais que se ativam especificamente na tarefa, uma na área visual V2 e outra na área fusiforme de face (Fig. 1). No entanto, é possível que tais áreas não sejam os correlatos *imediatos* da consciência visual da face. Chamemos tal correlato imediato de “ $\Sigma\omega(\text{face})$ ” (ou “sensório visual”), onde ω denota a parte material do correlato imediato (não capturável em simulações computacionais), e Σ a sua organização dinâmica (os padrões espaço-temporais causais, incluindo as espículas de atividade eletroquímica, todas em princípio mensuráveis e representáveis computacionalmente) (Pessoa, 2015).

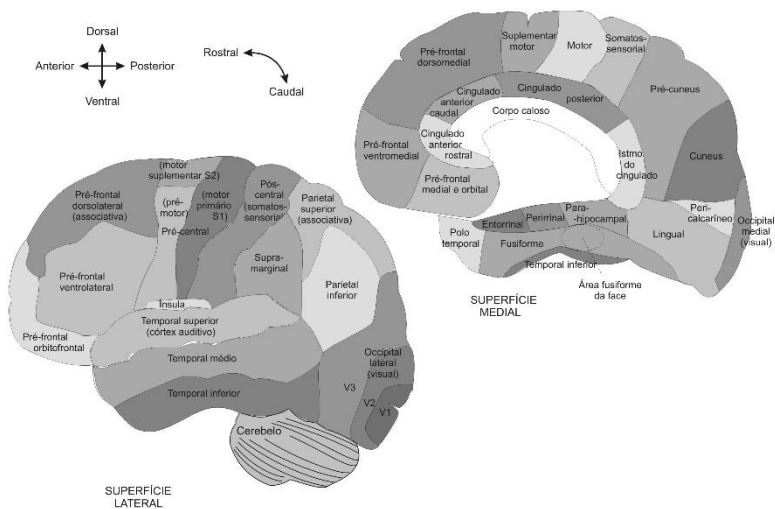


Fig. 1. Vista do neocórtex, com suas áreas principais. Os lobos corticais são o frontal, parietal temporal, occipital, límbico (cingulado) e o insular.

Fonte: adaptado de Carter *et al.* (2009, p. 66), e Hagmann *et al.* (2008, p. 1481).

É possível que a área em V2 e a área fusiforme façam parte da cadeia causal que leva a este estado de consciência, mas que o efeito resultante em $\Sigma\omega(\text{face})$ possa em princípio ser causado de maneira diferente, por exemplo gerando-se artificialmente o padrão organizacional Σ na região do correlato imediato. O experimento em questão, ao eliminar o registro de regiões comuns na percepção de um rosto e na percepção de uma imagem borrada, elimina em princípio a possibilidade de registrar o correlato neural comum a todas as percepções visuais.

3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS: *SENSORIUM COMMUNE*

A discussão sobre a localização da sede da alma vem desde a Antiguidade (Chapman & Wolfe, 1959, pp. 357-368). Havia opiniões diversas sobre se a sede da alma estaria no encéfalo, no coração, ou em outra parte do corpo, apesar de a alma geralmente não ser vista como

localizada em uma única parte do corpo. A tese do coração vem de Aristóteles (séc. IV AEC), chegando até a William Harvey, no século XVII. Na tradição encefalista, que se iniciara com o médico Alcmeão (séc. VI AEC) e Hipócrates, uma discussão na Europa no início da Era Cristã era se a sede da alma estaria nos ventrículos – as cavidades cheias de líquido no encéfalo – ou na substância do encéfalo: Galeno (séc. II EC) concluiu que estaria na substância, ao passo que Nemésio e Agostinho (ambos no séc. IV) defendiam que estaria nos ventrículos (Fig. 2).

A hipótese de Descartes (1649), de que a sede da alma estaria na glândula pineal (Figs. 3 e 4), baseou-se no fato de ela ser uma glândula única e não bilateral (explicando assim a unidade da consciência), localizada centralmente, e de estar em contato com o fluido dos ventrículos. Swedenborg (1743) argumentou que o “cérebro age” a partir da parte externa do encéfalo (ou seja, no córtex cerebral), e não de seu interior.

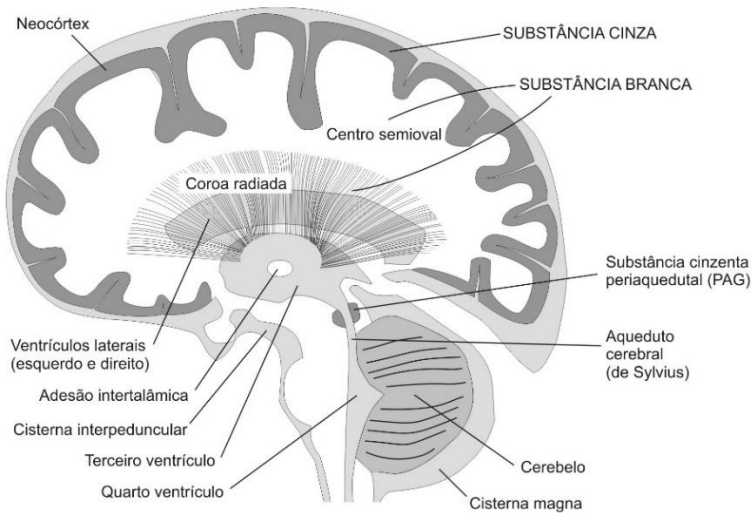


Fig. 2. Vista geral do encéfalo, com ênfase nos ventrículos e cisternas contendo liquor, e destaque para a espessura fina da substância cinza do córtex, e da substância branca, que ocupa boa parte do volume interior do telencéfalo. **Fonte:** adaptado de Felten & Shetty (2009, p. 68), Carter *et al.* (2009, p. 45), e Wikipedia (“Corona radiata”).

No final do séc. XVIII e início do XIX, discutia-se a localização do *sensorium commune*. Segundo o fisiologista tcheco-austriaco Georg Prochaska ([1797] 1851, p. xi), este conceito designava “aquele ponto do sistema nervoso [...] em que as impressões externas se juntam, e a partir do qual as impressões internas são difundidas para todas as partes do nosso corpo.” Havia várias hipóteses distintas sobre a localização do *sensorium commune*, como a glândula pineal, o corpo caloso, o corpo estriado (Fig. 4), a área branca do centrum semiovale (Fig. 2), o bulbo raquidiano (ou *medulla oblongata*), etc. (ver Prochaska, [1784] 1851, p. 429). Seguindo a sugestão do médico alemão Johan Augustus Unzer (1771), que estudou animais decapitados, Prochaska concluiu que haveria o “sensório da alma”, em que a sensação é acompanhada de consciência, e o “sensório corporal”, em que a “reflexão” das impressões externas em internas se daria sem consciência. Sobre a sede dos sensório da alma, limitou-se a concluir que estaria no encéfalo. Em meados do séc. XIX, o termo “sensório” se referia principalmente ao sensório da alma. Nas palavras de Peter Roget (1834, pp. 508-9), o *Sensorium* é “a parte particular do encéfalo, onde ocorre esta última mudança, precedendo imediatamente a mudança mental”, concepção esta formulada pelo autor em uma filosofia dualista, para a qual a mente seria distinta da matéria, pois uma não tem a menor semelhança (qualitativa) com a outra.

Nas palavras de Walshe (1957, p. 511), “durante a primeira parte do século [XIX], a visão corrente era aquela expressa por Johannes Müller, de que a única sede da consciência seria o bulbo raquidiano (Figs. 3 e 4), mas de mais ou menos 1850 até os anos 1870 a opinião fisiológica na Inglaterra e Estados Unidos exprimia-se nas – e podemos supor que em grande medida formada por – sucessivas edições do *Princípios de fisiologia humana* de Carpenter.” O fisiologista inglês William B. Carpenter, que colocou os “gânglios sensoriais” (núcleos da base e parte do tálamo, Fig. 4) como “a sede da consciência, não meramente pelas impressões nos órgãos dos sentidos, mas também pelas mudanças na substância cortical do cérebro, de maneira que só quando esta última reage descendentemente no sensório é que temos consciência ou a formação de ideias, ou de qualquer processo intelectual envolvendo estas ideias” (apud Chapman & Wolff, 1959, p. 363).

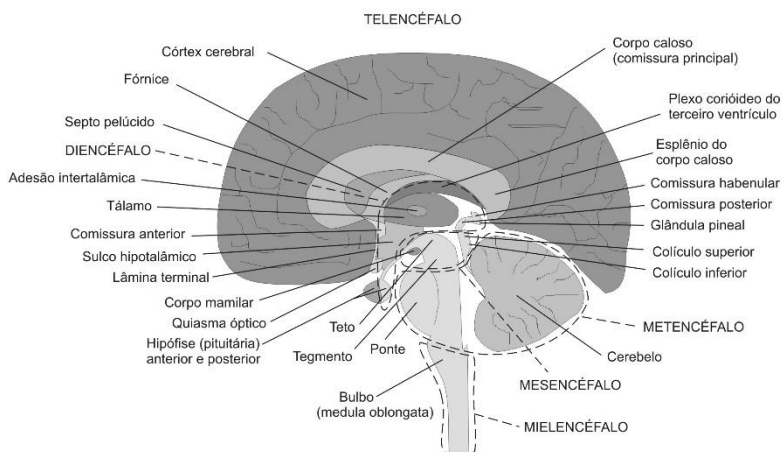


Fig. 3. Visão geral do encéfalo, com destaque em maiúsculas para a divisão embrionária. **Fonte:** adaptado de Felten & Shetty (2009, p. 37).

Segundo William Carpenter:

Somos assim levados, pela evidência muito convincente que a Anatomia Comparada fornece, a considerar esta série de centros Ganglionares como constituindo o verdadeiro Sensorium; cada gânglio tendo o poder de tornar a Mente consciente das impressões derivadas do órgão com o qual ele está conectado. Se esta posição for negada, teremos ou que recusar a consciência a tais animais [Artrópodos, Moluscos] que não possuem outros centros Encefálicos do que esses; ou então acreditar que a adição dos hemisférios Cerebrais, na série Vertebrada, altera as atribuições dos gânglios Sensoriais – uma ideia que é contrária a toda analogia. (Carpenter, 1864, 6ª ed., p. 545)

Thomas Laycock, tradutor de Prochaska e Unzer, e professor de Hughlings Jackson, também defendeu semelhante visão subcorticalista em 1860, em seu livro *Mind and brain*, citado por Walshe (1957):

[...] o bulbo raquidiano [medulla oblongata] é o sensorio comum de todos os estados conscientes, quer se refiram a processos corporais, ou às mudanças puramente encefálicas associadas a ideias. Os hemisférios cerebrais e cerebelares podem ser considerados periferias estendidas, tendo, semelhantemente à periferia corporal, como seu centro o bulbo raquidiano. (Walshe, 1957, p. 516)

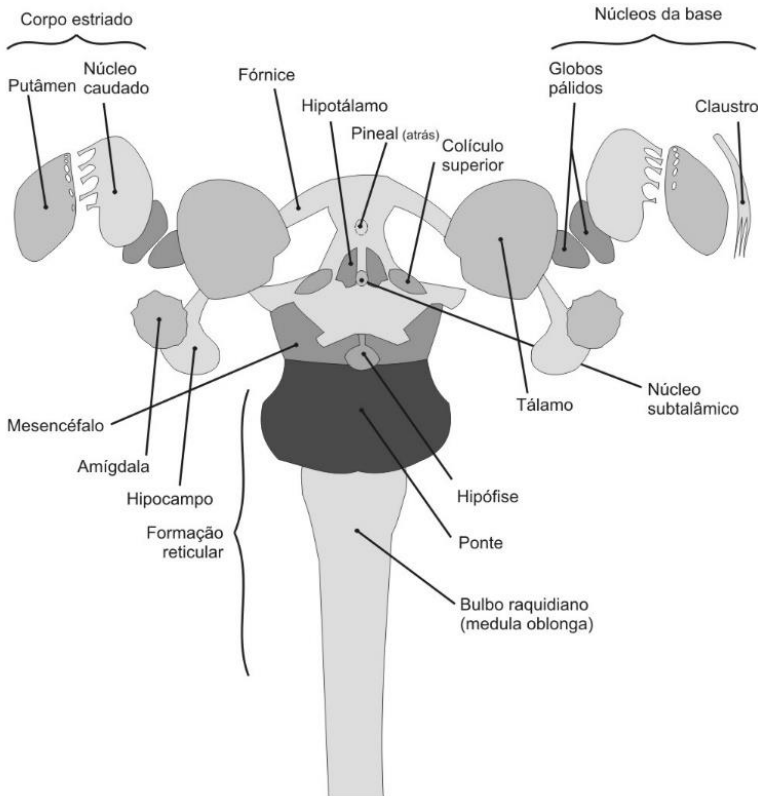


Fig. 4. Tronco encefálico, estruturas do diencefalo, núcleos da base e hipocampo. **Fonte:** Adaptado de Carter *et al.* (2009, pp. 52-53), e Wikipedia (“Clastrum”).

No entanto, a partir dos anos 1870, o conceito de sensorio foi largamente abandonado, e o córtex cerebral passou a ser aceito como “a sede das funções intelectuais, sensação inteligente ou consciência, ideação, volição e memória”, devido às evidências empíricas de que a destruição extensa do córtex, ou lesões nas fibras que conectam o córtex com os níveis inferiores, deixa o indivíduo “mentalmente defeituoso” (Schäfer, 1900, p. 697).

Concepções holistas e localizacionistas sempre estiveram em debate na história da neurofisiologia. Diante do localizacionismo de todas as

faculdades humanas proposta pela frenologia de Franz Gall (Bailey, 1959, pp. 419-425), Jean Pierre Flourens (1842), baseado em estudo de ablações no encéfalo de pássaros, em que distinguiu funções específicas do tronco encefálico e cerebelo, divulgou uma concepção holista do córtex cerebral, visto como a “sede unitária de uma mente unitária” (Morabito, 1999, p. 393). Estudos posteriores de Paul Broca (1861), John Hughlings Jackson, Gustav Fritsch & Eduard Hitzig (1870), David Ferrier (1873) e Luigi Luciani (1881), entre outros, confirmaram que o córtex cerebral tem diversas funções localizadas em diferentes áreas (Bailey, 1959, pp. 425-431).

No entanto, a questão que nos interessa aqui é a questão da localização da *consciência*.

4 DIFERENTES CONCEPÇÕES SOBRE A SEDE DA CONSCIÊNCIA SEGUNDO FESSARD

Na década de 1950, a questão de como a consciência é produzida no encéfalo, e se há uma localização mais ou menos definida para ela, passou a ser bastante discutida entre neurofisiologistas e anatomistas. O neurofisiologista francês Alfred Fessard resumiu as principais opiniões sobre o locus da consciência, ou das “integrações experienciadas” (IE):

Ninguém hoje em dia duvidaria que há um substrato nervoso para as IE no encéfalo. A questão é saber se deveríamos considerar este substrato como concentrado ou difuso, como específico a uma região estreitamente delimitada ou capaz de ser identificada com estruturas nervosas variadamente situadas. Isso faz uma distinção entre três principais opiniões divergentes: A primeira opinião é que o encéfalo funciona “como um todo” e a consciência é uma propriedade de sua atividade total; de acordo com a segunda opinião, o que realmente conta para as integrações perceptivas são as padronizações dinâmicas em constante modificação, que presume-se que se organizem a si mesmas dentro de uma massa indiferenciada de neurônios, como as que se distribuem por todo o córtex cerebral; e a terceira é que há uma região específica envolvida nas integrações “experienciadas” (IE), de maneira que as outras partes do encéfalo participam nelas apenas na forma de operações inconscientes: o grosso dos dados modernos indica que este papel pode ser desempenhado pelos sistemas

reticulares de neurônios no tronco encefálico e/ou diencéfalo. (Fessard, 1954, p. 206)

No presente artigo, agrupamos a primeira e segunda opiniões nas correntes holistas. A segunda, porém, é um holismo *funcionalista* restrito ao córtex cerebral (um “semi-holismo”). Segundo o funcionalismo, a consciência seria função da organização causal do encéfalo, independente da natureza do seu substrato material⁴. Assim, para o funcionalismo dos anos 1960-70, uma máquina feita de semicondutores poderia ser consciente, desde que reproduzisse todas as conexões causais relevantes do encéfalo. Na neurofisiologia dos anos 1940-50, o funcionalismo foi compartilhado por vários autores, e chamado de “tese da homogeneidade”, em especial por Edgar Adrian (1947), que postulava que a qualidade de um cheiro, por exemplo, seria dado apenas pelo detalhe fino temporal dos padrões nos receptores e pela distribuição espacial dos impulsos (1954, p. 238). A questão de como uma qualidade subjetiva surgiria de um padrão mecânico espaço-temporal era resolvido por Adrian, Wilfrid Le Gros Clark e John Eccles postulando que a mente é imaterial, e que “a ligação da mente com o encéfalo ocorre primariamente no córtex cerebral” (Eccles, 1953, p. 265). Vemos assim uma ligação histórica do funcionalismo com o dualismo, dualismo este que a partir dos anos 1960 parece ter se camuflado na ciência cognitiva funcionalista (uma questão a ser debatida), e que se travestiu no monista Roger Sperry em um emergentismo com causalção descendente.

Já a terceira opinião é o localizacionismo, que dividimos em subcortical (ênfatisado por Fessard) e cortical. Dando destaque ao localizacionismo subcortical (ver Delafresnaye, 1954, p. 247), Fessard passa a fazer uma divisão entre “as duas visões conflitantes principais”:

Ou a experiência subjetiva depende da atividade de alguma assembleia neuronal central dotada de propriedades específicas; ou ela é evocada indiferentemente pela atividade de um grande número de outras estruturas neurais, particularmente aquelas dentro do córtex cerebral. No primeiro caso, a consciência completa [*full consciousness*] apareceria

⁴ O termo “funcionalismo” em psicologia era usado no começo do séc. XX para designar “a psicologia que examina funções mentais com respeito ao seu uso para o organismo” (Boring, 1942, p. 299). A acepção usada aqui foi introduzida no contexto da filosofia da mente e ciência cognitiva na década de 1970.

como um mero enriquecimento da consciência bruta [*crude consciousness*], como um resultado da projeção descendente dos padrões corticais de atividade ao centro específico; no segundo, a consciência completa deveria implicar um processo de integração de todos os geradores particulares – por assim dizer – da experiência subjetiva. (Fessard, 1954, p. 215-6)

Fessard chega a apresentar quatro figuras representando cinco “diferentes concepções sobre o sítio dos processos integrativos nervosos que se supõe que sejam essenciais para a emergência da experiência consciente” (Fessard, 1954, p. 213). Elas são: “I. Integração puramente cortical. II. Integração cortical por meio de caminhos através de X [o sistema centrencefálico]. III. Integração cortical sob o controle inconsciente de centros subcorticais. IV. Duas concepções em um único diagrama: ou integração de todo o sistema córtico-subcortical, ou integração centrencefálica pura.” As três primeiras são alternativas para o semi-holismo cortical, ao passo que a quarta é o holismo e a quinta é o localizacionismo subcortical.

5 A HIPÓTESE HOLISTA

No presente contexto neurocientífico materialista, designam-se por concepções “holistas” aquelas que consideram que a consciência emerge, de maneira direta, de processos distribuídos mas integrados em um vasto volume do encéfalo⁵. A consciência não seria gerada em uma região localizada de maneira restrita no encéfalo, como nos 0,1 cm³ da glândula pineal, segundo postulado por Descartes, mas estaria distribuída em uma extensa região, cobrindo possivelmente todo o cérebro (tálamo e córtex), em um volume da ordem de 1000 cm³. Não se trata apenas da tese de que as *causas* da consciência envolvem

⁵ O encéfalo (*brain*, em inglês) é formado a partir das estruturas embrionárias do prosencéfalo (*forebrain*), mesencéfalo (*midbrain*) e rombencéfalo (*hindbrain*). O prosencéfalo se divide no telencéfalo e no diencéfalo. O telencéfalo é o “cérebro” (*cerebrum*) propriamente dito, que inclui o córtex cerebral, a amígdala e os núcleos da base. Já o córtex cerebral divide-se no neocórtex, no arquicórtex (hipocampo) e no paleocórtex (ligado ao sistema olfativo). O diencéfalo congrega o tálamo, hipotálamo e glândula pineal. O tronco encefálico inclui o mesencéfalo, a ponte e o mielencéfalo (bulbo raquidiano, também chamado de *medulla oblongata*). A ponte e o cerebelo formam o metencéfalo, que junto com o mielencéfalo congregam o rombencéfalo, mencionado anteriormente. Ver Fig. 3.

processos distribuídos no encéfalo e no corpo todo: sobre isso todos concordam. A discussão é sobre o que “constitui” a consciência, sobre o correlato encefálico *imediato* da consciência (cf. seção 2).

Pode-se associar a consciência a uma parte específica do encéfalo? O holismo do neurologista e psiquiatra alemão Kurt Goldstein (1934) dava uma resposta negativa a esta questão, baseado na prioridade do “organismo” como um todo unificado, a partir do qual mente e corpo seriam dois aspectos (no sentido espinozano)⁶. Visões dualistas têm uma concepção holista da mente, mas ainda se coloca a questão de se ela está conectada a uma região específica do encéfalo ou não. Por exemplo, para o dualista Eccles (1953, p. 266), a experiência mental “tem uma contrapartida em um padrão espaço-temporal específico de atividade neuronal.”

Karl Lashley (1929) era defensor de um holismo cortical, dando uma resposta negativa à questão da localização. Baseou-se em seus experimentos de memorização em camundongos com o córtex seccionado, defendendo a concepção holista de que, no córtex associativo e de funções mais complexas do que a mera sensibilidade e ação motora, haveria uma “equipotencialidade das partes”. Uma concepção holista baseada no paradigma holográfico foi desenvolvida na década de 1960 pelo aluno de Lashley, Karl Pribram.

Visões holistas eram comuns entre os neurologistas na década de 1950, especialmente associadas à tese da homogeneidade (funcionalismo):

Um mecanismo dinâmico em mudança parece ser a única hipótese sustentável. É a própria integração, a relação de uma parte em funcionamento com a outra, que é a mente e que causa o fenômeno da consciência. Não pode haver um centro. Não há uma única sede da

⁶ O “dualismo de atributos” (ou “aspectos”) de Baruch Espinoza se contrapunha ao “dualismo de substância” de Descartes. Descartes afirmava a existência de duas substâncias separadas, a alma (pensamento ativo e sem extensão) e o corpo (extensão não-pensante e passiva). O problema que surgiu é porque essas substâncias parecem interagir causalmente. As respostas dadas na época foram o interacionismo, o ocasionismo e a harmonia pré-estabelecida. Já para o monismo proposto por Spinoza, o mental e o físico são dois modos distintos da substância única de Deus (ou Natureza). Gustav Fechner reformularia esta concepção falando em duas “perspectivas” distintas, a interna (mental) e a externa (científica), para uma mesma realidade. Um defensor contemporâneo do dualismo de atributos é Thomas Nagel.

consciência. É o fluxo de impulsos em uma série complexa de circuitos que torna a mente viável. Muitos desses circuitos passam do córtex para o tálamo e tronco encefálico, e retornam. Esses são provavelmente os circuitos mais importantes para as funções mentais; mas porque é o funcionamento em conjunto e a sequência no tempo que contam, nenhuma parte é superior ou inferior do que as outras. Algumas estão envolvidas em larga medida com alerta e ciência [*awareness*]; outros com discriminação e escolha. (Cobb, 1952, p. 176)

Por mais que essa estação celular no tronco encefálico seja um instrumento poderoso, o termo “centro” ou “sede” da consciência não parece pertinente. Hesitaríamos em chamar o coração a sede da circulação, apesar de ele ser seu motor principal e, junto com os principais vasos sanguíneos distribuidores, ocupar uma posição central. Mesmo de um músculo não pode ser dito que seja a sede da contratibilidade. “Consciência”, “circulação”, “contratibilidade” são termos abstratos convenientes que significam a organização de processo complexos em estruturas anatômicas complexas. (Schiller, 1952, p. 220)

Hoje em dia, as concepções holistas continuam se dividindo entre aquelas que consideram que a consciência envolve uma integração do córtex, e aquelas que defendem que ela envolve uma integração do córtex e de regiões subcorticais. Esta última é representada por Llinás & Paré (1991, p. 532), para quem “se a consciência é um produto da atividade talamocortical, *é o diálogo entre o tálamo e o córtex que gera a subjetividade.*” A visão holista é bastante difundida, e é expressa claramente na teoria do cerne dinâmico (*dynamic core*) de Tononi & Edelman (1998, p. 1850):

A hipótese do cerne dinâmico evita o erro categorial de supor que certas propriedades locais e intrínsecas têm, de alguma maneira misteriosa, uma correlação privilegiada com a consciência. [...] O cerne dinâmico é um processo, já que é caracterizado em termos de interações neurais variando no tempo, e não caracterizado como uma coisa ou uma localização. (Tononi & Edelman, 1998, p. 1850)

Uma abordagem diferente é feita para a consciência visual por Zeki & Bartels, que desenvolvem uma teoria holista baseada em “microconsciências” distribuídas no córtex, de maneira que “o sistema

de processamento é igualado ao sistema perceptual” (Zeki & Bartels, 1999, p. 243):

Finalmente, evidência anatômica mostra que não há uma estação integradora final no encéfalo, que receberia entradas de todas as áreas visuais; pelo contrário, cada nodo tem múltiplas saídas e nenhum nodo é apenas receptor. Em conjunto, essa evidência nos leva a propor que cada nodo de um sistema perceptivo-e-de-processamento cria suas próprias microconsciências. Propomos que, se qualquer integração [*binding*] ocorrer para nos fornecer nossa imagem integrada do mundo visual, esta deve ser uma integração entre as microconsciências geradas nos diferentes nodos. (Zeki & Bartels, 1999, p. 225)

Assim, áreas primárias corticais participariam dos correlatos neurais *imediatos* da consciência visual.

6 HIPÓTESES CORTICALISTAS

Há uma longa tradição de considerar que o córtex ou neocórtex é a sede imediata da consciência, quer numa versão mais holista ou mais localizada. John Hughlings Jackson (1887, p. 29) apresentou seu modelo hierárquico, em que os lobos pré-frontal (centros motores mais elevados) e occipital (centros sensoriais mais elevados) “constituem o ‘órgão da mente’ ou a base física da consciência” (Fig. 1). Apesar desta opinião de Jackson, ele defendia que o neurologista não deveria buscar explicar a mente a partir do funcionamento do corpo, mas apenas focar sua atenção no último. Jackson foi influenciado pelas ideias evolucionistas que passaram a dominar a biologia a partir de 1859, especialmente as de Herbert Spencer, como mencionaremos na seção 11.

Uma concepção semelhante foi defendida por William James, em seu *The principles of psychology* (1890, p. 66), onde escreveu que “o córtex é o único órgão da consciência no homem.” Charles Scott Sherrington herdou de Jackson o dualismo e a concepção corticalista de que a base neurológica da consciência está associada ao centro integrativo superior do sistema nervoso.

Esta hipótese cortical aparece também no livro didático de Baars & Gage (2010, p. 20), que afirma que a concepção de que o neocórtex é a sede da consciência tende a ser confirmada por técnicas de neuroimagem, discordando de cientistas que “acreditam que regiões

subcorticais também estariam envolvidas” na consciência. Outra expressão desta posição é dada por Roth: “Todas essas partes do cérebro fora do córtex contribuem de maneira substancial para a consciência, mas suas atividades permanecem completamente inconscientes. [...] Temos ciência apenas de processos ligados à atividade dos córtices associativo e cingulado, e mesmo assim a apenas alguns desses processos” (Roth, 2000, p. 81). Joseph LeDoux (2012, p. 665) também defende que a consciência, inclusive a emocional, está associada ao espaço de trabalho (*workspace*) cognitivo localizado em áreas neocorticais, especialmente no córtex pré-frontal e parietal.

O neurocientista russo Eugene Sokolov considerava que há uma área cortical privilegiada, o *córtex pré-frontal dorsolateral* (Fig. 1), que integraria os fragmentos de consciência dispersos nas áreas sensoriais (ou pelo menos das áreas visuais). “Isso significa que o córtex pré-frontal dorsolateral, que recebe informação tanto das correntes visuais ventral quanto dorsal, é responsável pela consciência. [...] O córtex visual primário (área V1), que fornece informação para os neurônios da consciência no córtex pré-frontal, não está diretamente associado à consciência” (Sokolov, 2012, p. 7). Tal conclusão baseou-se em experimentos de “visão cega”, não consciente, de Lawrence Weiskrantz, em que são ativados o colículo superior (no mesencéfalo) e o córtex pré-frontal medial e orbital, mas não o córtex pré-frontal dorsolateral, que só é ativado na visão *consciente* (Sahraie *et al.*, 1997).

Um trabalho de revisão de Rees, Kreiman & Koch (2002) propôs várias áreas corticais como constituindo o correlato neural da consciência visual: “apesar de a atividade no córtex visual ventral ser um consistente correlato neural da consciência, ela talvez seja insuficiente para produzir ciência [*awareness*] sem uma contribuição adicional de loci parietal e pré-frontal” (p. 268). Posteriormente, porém, Koch e sua equipe modificaram suas conclusões em outro artigo de revisão: “os correlatos neurais anatômicos da consciência estão localizados primariamente em uma zona quente [*hot zone*] cortical posterior que inclui áreas sensoriais, ao invés da rede fronto-parietal envolvida no monitoramento e relato de tarefas” (Koch *et al.*, 2016, p. 307). O córtex frontal estaria sendo ativado nos testes tradicionais por causa da tarefa de apertar botões a que os sujeitos estavam sendo submetidos para relatar suas experiências subjetivas. Em outros testes

“sem tarefas”, a área frontal não se ativaria, mas sim esta mais restrita “zona quente” têmporo-parietal-occipital, além é claro das condições de fundo que englobam a formação reticular do tronco encefálico e o “tálamo paramediano” (p. 316).

É interessante que a divisão, no campo dos corticalistas, entre ênfase na região frontal versus região posterior já aparecia na década de 1930. O físico e psicólogo estadunidense Leonard Troland considerou inicialmente que “a síntese das muitas influências das áreas de projeção sensoriais”, que ocorreria “no caminho comum final de todas essas correntes”, deveria se localizar na “área de projeção motora”, ou seja, no córtex motor primário. Porém, é um fato experimental que “a destruição da área motora não interfere com a consciência de maneira nenhuma, com exceção da limitação no ajuste corporal” (Troland, 1932, p. 52). Assim, seria no *córtex pré-frontal*, em áreas próximas à motora, onde estaria “o local dessas organizações incitatórias” que estimulariam as células piramidais, local encontrado “nas regiões frontal ou pré-frontal intermediária do córtex” (p. 52). Em suma, seriam as “extensas áreas de associação frontal e pré-frontal, *que parecem fornecer a sede geral mais apropriada para a região de determinação direta da consciência introspectiva*” (p. 54). Dentre as razões apresentadas para esta conclusão, está que “a região frontal mostra uma expansão mais marcada no encéfalo humano, quando comparada aos encéfalos de primatas inferiores, do que qualquer outra porção do córtex cerebral.” Além disso, Troland (p. 54) argumenta que “distúrbios sérios de função nesta região frequentemente leva à inconsciência, assim como a distorções gerais sistemáticas da consciência e da personalidade.” Adiciona que a região frontal tem “conexões diretas extensas com o tálamo.” Troland chama atenção que o psiquiatra italiano Leonardo Bianchi, em seu *Tratado de psiquiatria* de 1905, apresentou conclusões semelhantes.

Continuando sua análise, Troland (1932, p. 57) afirma que “a alternativa mais plausível ao lobo frontal como a sede da ‘região de determinação’ consiste na área de associação parietal”, área que é contígua às áreas de projeção visual, auditiva e somestésica, estando também contígua à área de Wernicke, relacionada à organização da linguagem. “Porém, lesões na região de associação parietal perturbam a consciência muito menos do que aquelas no setor frontal” (p. 57).

Cita os neuropatologistas Tilney & Riley (1921), que afirmaram que em lesões do córtex frontal a consciência é mais profundamente afetada, e que tumores desta região podem estar acompanhados de ataques semelhantes à ausência (epilepsia de *petit mal*). Troland (pp. 58-59) prossegue: “a inconsciência que acompanha violentos ataques de epilepsia jacksoniana podem ser atribuídos a uma desorganização da sinergia do lobo frontal, em consequência do espalhamento da excitação epilética a partir da área de projeção motora.”

Notamos assim a importância do método indutivo da diferença (Mill, 1843, Livro III, Cap. VIII, § 2) para a análise da questão da localização da consciência: se na ausência de funcionamento da área X, segue-se a ausência de consciência, então X é uma provável causa necessária da consciência. Voltaremos a este ponto na seção 8. Notamos também que a ausência, ou epilepsia de *petit mal*, é dos exemplos mais simples de inconsciência, sem nenhum outro efeito colateral notável, e que será invocado mais tarde por Penfield e Le Doux, como veremos.

7 LOCALIZACIONISMO SUBCORTICAL EM MEADOS DO SÉC. XX

Há também uma terceira classe de opiniões, a *hipótese subcorticalista*, que defende que a consciência primária localizar-se-ia em regiões subcorticais, como o tálamo ou o tronco encefálico. A tese de Descartes de que a consciência se localizaria na pineal já não é mais aventada, dado que a função desta glândula é endócrina.

Desde 1890, com o neuroanatomista vienense Ludwig Mauthner, acumulava-se evidência de que interferência em estruturas do tronco encefálico e do diencéfalo produzem sono ou diferentes níveis de inconsciência (Schiller, 1952, p. 219). Na Alemanha, o psiquiatra Martin Reichardt (1928) sugeriu que os núcleos da base e o mesencéfalo desempenham papel importante na manutenção da consciência (cf. Cairns, 1952, p. 110). Em 1934, o neurocirurgião alemão Otfried Foerster fez menção às teses subcorticalistas, ao descrever os efeitos comportamentais (em pacientes acordados em cirurgia) de manipulações na região do mesencéfalo e da ponte, e na porção anterior do hipotálamo (Figs. 3 e 4):

Eu pessoalmente estou longe de extrair dessas observações a conclusão de que a consciência e seus estados estejam localizados no tronco encefálico, como tem sido expresso por vários autores. Eu não participarei do destronamento do córtex cerebral de sua importância para os processos da consciência. Mas pode ser dito com alguma certeza de que a ação do córtex como o substrato daqueles processos neurodinâmicos que estão associados à nossa consciência pode ser influenciada em direção oposta por duas partes diferentes do tronco encefálico. (Foerster, 1934, p. 210)⁷

Em 1946, o neurocirurgião estadunidense Walter Dandy modificou uma proposta sua anterior, baseada em evidência obtida em sua prática cirúrgica, e defendeu que “o centro de consciência [...] só pode ser na parte anterior do corpo estriado” (apud Meyers, 1951, p. 659). O corpo estriado congrega os núcleos da base, e a inferência indutiva feita por Dandy se baseou na observação de três pacientes que perderam áreas do núcleo caudado ou do putâmen (apenas do hemisfério direito) e ficaram inconscientes definitivamente (Fig. 4). Essa hipótese foi convincentemente falseada por um conjunto mais amplo de observações feitas por Russell Meyers (1951).

No campo da psiquiatria de base neurológica, Johannes Nielsen & George Thompson (1947) escreveram um livro importante intitulado *Engramas da psiquiatria*, em que o termo “consciência” (*consciousness*) é tomado no sentido de consciência primária, ao passo que o termo “ciência” (*awareness*) é associado ao conhecimento do ambiente, necessitando o envolvimento do córtex cerebral (cf. Marshall & Magoun, 1998, p. 205-7) Um bebê ou uma criança com anencefalia reage ao carinho com contentamento e à rispidez com choro, indicando que possuem uma sensibilidade geral somestésica, ou seja, consciência. Esta estaria localizada na estrutura neuronal (engrama) do “centro mesencefálico-diencefálico”:

Da discussão precedente deve ficar claro que há uma forma rudimentar de consciência, mediada pelo tronco encefálico e tálamo, com a qual é possível para um indivíduo responder a estímulos. Sempre que o tronco encefálico é cortado no nível mesencefálico no homem, a consciência é perdida. Foi mostrado em casos clínico-patológicos que

⁷ Bailey (1962, p. 9) menciona que Foerster teria defendido que a sede da consciência está no bulbo raquidiano, mas esta citação desmente isso.

a localização do sistema de engramas essencial para a consciência rudimentar está onde se encontram o mesencéfalo, o subtálamo e o hipotálamo. A secção do tronco encefálico através dos tálamos mantém o paciente consciente. A secção abaixo do mesencéfalo também o deixa consciente. Mas a secção através dele causa coma permanente. (Nielsen & Thompson, 1947, p. 17)

Talvez o mais destacado proponente da concepção subcorticalista neste período tenha sido o neurocirurgião canadense Wilder Penfield, aluno de Foerster, que propôs em 1935 que “todas as regiões do encéfalo podem estar envolvidas em processos normais de consciência, mas o indispensável substrato da consciência localiza-se fora do córtex cerebral, provavelmente no diencefalo” (Penfield, 1938, p. 442; cf. Penfield, 1983, cap. 5). A região chave do diencefalo seria o tálamo, pois segundo Penfield seria em regiões corticais conectadas a esta estrutura que ocorreriam as descargas que causam as crises epiléticas de *petit mal* (mencionadas na seção anterior), em que os pacientes (especialmente crianças) ficam “ausentes” durante alguns segundos, com perda total de consciência, mas sem a perda de comportamentos automáticos (como andar ou segurar uma xícara) (cf. Merker, 2007, § 2). Para Penfield (1983, cap. 10), neste caso, o “mecanismo da mente” seria desligado, mantendo-se apenas o mecanismo sensoriomotor automático, que chamou de “o computador”. Robert Thompson colocou da seguinte maneira os dois conjuntos de observações que Penfield usara em sua argumentação:

O primeiro era relativo à descoberta repetida que pequenas interferências dentro do tronco encefálico por pressão ou lesão indevidas, ou como resultado de descargas epiléticas locais, aboliam a consciência e a ação intencional. Dado que extensas excisões corticais deixavam essas atividades “psíquicas” intactas, Penfield raciocinou que as atividades do tronco encefálico devem ser mais importantes para a ciência [*awareness*] consciente e processos volitivos do que as do córtex cerebral. O segundo conjunto de observações impelindo-o a favorecer a existência de um mecanismo integrador no tronco encefálico estava relacionado à maneira em que o giro motor pré-central é ativado. Para Penfield, caminhos transcorticais entre as áreas corticais sensoriais (ou associativas) e o córtex motor não participavam de respostas elicitadoras, já que ablações corticais em torno do giro pré-central não comprometiam o movimento voluntário. A única alternativa seria que o

córtex motor é ativado por um mecanismo neural abrigado dentro das profundezas do encéfalo. (Thompson, 1993, pp. 197-8)

Em 1957, o importante neurologista inglês Francis Walshe desferiu uma “ataque impiedoso” (Thompson, 1993, p. 198) a Penfield, comparando sua teoria à de Carpenter (1864) (cf. Marshall & Magoun, 1998, p. 205). Em consequência desta crítica, Penfield (1958, p. 232) retrocedeu em sua posição localizacionista: “A consciência existe somente em associação com a passagem de potenciais elétricos através de circuitos que estão em constante mudança no tronco encefálico e no córtex. Não se pode dizer que a consciência esteja aqui ou acolá. Mas certamente, sem a integração centroencefálica, ela seria inexistente.” Alguns anos depois, passaria a defender uma concepção dualista, referindo-se a Sherrington, que foi influenciado pela tradição antimaterialista leibniziana da harmonia pré-estabelecida, popular na Grã-Bretanha vitoriana⁸. “Mas esperar que o mecanismo superior ou qualquer conjunto de reflexos, por mais complicado que seja, executa o que a mente faz, e portanto realiza todas as funções da mente, é bastante absurdo. [...] nosso ser deve ser explicado com base em dois elementos fundamentais [matéria e mente]” (Penfield, [1975] 1983, cap. 20; cf. Feindel, 1995, pp. 59-60).

Dois trabalhos de relevância para a hipótese subcorticalista aconteceram na década de 1940. Edward Dempsey & Robert Morison (1942) descobriram um sistema no tálamo que, quando estimulado eletricamente a baixas frequências, evoca ondas corticais de alta voltagem e largamente distribuídas. Com maior impacto, Giuseppe Moruzzi & Horace Magoun (1949) descobriram que a estimulação da formação reticular⁹ em gatos sedados (e portanto em estado de sono profundo) quebra a sincronização nos sinais de eletroencefalograma

⁸ Hughlings Jackson inclui nesta tradição antimaterialista, além de si mesmo, ao filósofo William Hamilton, John Stuart Mill, William Clifford, Herbert Spencer, Max Müller, Alexander Bain, Thomas Huxley, Emil du Bois-Reymond, Thomas Laycock e John Tyndall (Jackson, 1887, p. 38), mas esta lista deve ser reavaliada com mais cuidado. No século XX, podemos também mencionar os discípulos de Sherrington, Adrian, Le Gros Clark e Eccles.

⁹ O termo “formação reticular” não é muito usado hoje em dia, pois agora conhecemos melhor os diferentes núcleos desta área do tronco encefálico, incluindo a coluna dos núcleos da rafe, onde se produz serotonina.

(EEG) no córtex motor (típico deste estado de sono, com ondas alfa claramente delimitadas), produzindo uma “dessincronização” no sinal de EEG (ou seja, quebra das ondas regulares) que é típica do estado de alerta comportamental (estado de vigília e, como seria descoberto em 1953, no sono REM). Sobre a “formação reticular”, vale um esclarecimento:

A formação reticular é chamada “reticular” (ou seja, como uma rede) porque os axônios neuronais neste sistema são geralmente muito curtos, sugerindo uma grande quantidade de interação entre neurônios adjacentes. Além disso, recebe entradas de todos os sistemas sensoriais e motores, assim como de outras estruturas importantes do cérebro. Através de suas conexões com o tálamo, ela pode enviar e receber informação de todas as áreas do córtex. (Baars & Gage, 2010, p. 152)

As descobertas relativas ao sistema de ativação reticular ascendente (SARA), que se iniciaram na década de 1950, também lançaram luzes sobre a questão de qual é o correlato encefálico da *atenção*. A atenção seria a concentração do foco consciente em uma parte do campo fenomênico, e é um processo com boa tradição de investigação experimental. O esclarecimento de quais partes do encéfalo estão envolvidas no processo de atenção consciente não responde à questão de qual é o correlato imediato da consciência, mas pode fornecer importantes pistas para tal. Discussões têm sido travadas sobre se o mecanismo atencional é talâmico (LaBerge, 1990) ou cortical. Um balanço é fornecido por Mesulam:

Há mais de cem anos atrás, Ferrier [1876] e depois Bianchi [1895] observaram que lesões bilaterais no lobo frontal em macacos rhesus comprometiam severamente a atividade. Esses relatos geraram considerável interesse na relação entre o córtex cerebral e o processo de atenção. Porém, o relato de Dempsey & Morison em 1942 da resposta de recrutamento obtida por estimulação talâmica, e o de Moruzzi & Magoun em 1949 na dessincronização de EEG e o SARA, rapidamente deslocaram a ênfase para o tronco encefálico. Apesar de estes pesquisadores não concluírem diretamente que o tronco encefálico seria a sede da atenção e da consciência, tal implicação subsequentemente dominou a literatura durante muitos anos. [...] Hoje em dia, apesar de haver vestígios de uma teoria da atenção predominantemente subcortical, há um senso emergente de que o neocórtex, o tálamo e o tronco encefálico estão coletivamente envolvidos na

modulação da atenção seletiva, e de que os aspectos mais complexos desta função são executados pelo mecanismo neocortical. (Mesulam, 2000, p. 183)

Chama atenção a ascensão do localizacionismo subcortical, com relação ao correlato da consciência primária, ao longo da década de 1950. Em um balanço da discussão em meados do séc. XX, o neurocirurgião californiano John D. French (1952, p. 735), próximo a Magoun, escreveu que “durante os últimos 25 anos tem havido uma concordância geral de que a área essencial para a manutenção da ‘consciência’ está no diencéfalo ou próximo a ele, mas a extensão desta área e os mecanismos envolvidos são mais controversos.”

A hipótese da localização da consciência primária em regiões subcorticais também foi discutida no mundo francófono. O neurocirurgião Jacques Le Beau (1942), colaborador de Penfield em Montreal e posteriormente diretor do Hospital la Salpêtrière, em Paris, apresentou várias evidências de neurologia clínica, incluindo a encefalite epidêmica de von Economo e a epilepsia de *petit mal*, concluindo que “observações cirúrgicas e médicas nos levam a pensar que a localização da consciência está na porção anterior do tronco encefálico: com maior precisão, podemos localizá-la nas paredes laterais do terceiro ventrículo, na metade anterior e inferior” (Le Beau, 1942, p. 154) (Fig. 2). Como vimos, nesta década acumularam-se evidências de que lesões no tronco encefálico provocam perda de consciência, e isso foi interpretado como uma indicação de que a consciência primária se localiza nesta região subcortical. Contra a tese da localização cortical, forneceu o argumento de que nas estimulações feitas por Penfield diretamente no córtex de epiléticos, as sensações, movimentos ou vocalizações eram sempre sentidos como impostos externamente, e não a partir do eu, do agente (p. 144). O psiquiatra francês Jean Delay (1949) também defendeu uma posição localizacionista subcortical (cf. Meyers, 1951, p. 667; Piéron, 1953, p. 299).

Fessard, que vimos na seção 4 examinando as diferentes correntes de sua época sobre a questão da sede da consciência, tendia também para uma posição localizacionista subcortical. Em seu artigo (1954, p. 215), pergunta-se sobre “a presença de um rudimento de consciência (experiência subjetiva) em seres vivos que carecem de um córtex

funcional (monstros anencefálicos) ou que foram experimentalmente privados dele (animais descorticados).” Segue os argumentos de Cairns (1952) para concluir que neles “uma ciência [*awareness*] rudimentar vaga deve existir.” Numa discussão subsequente (cf. Delafresnaye *et al.* 1954, p. 247), defende mais explicitamente “a hipótese audaciosa” de atribuir “a uma região subcortical limitada o poder de integração que se manifesta nos processos conscientes.” Responde a críticas do neurofisiologista belga Frédéric Bremer, considerando ainda mais audaciosa a hipótese alternativa, “que repousa na suposição de que a consciência pode ser consequência da atividade total do encéfalo”, ou talvez da atividade do córtex inteiro.

Devo repetir que estamos bastante seguros de que apenas algumas partes do encéfalo estão envolvidas em qualquer experiência consciente instantânea [...] não se pode negar ou negligenciar o contraste marcante entre a tolerância do córtex à mutilação e a existência de regiões do tronco encefálico que são altamente críticas com respeito à consciência. (Fessard, in Delafresnaye *et al.* 1954, pp. 247-248)

Um resumo do consenso dos anos 1950, feito pelo neurocirurgião australiano Hugh Cairns, de Oxford, buscando se colocar como um herdeiro de Hughlings Jackson com a introdução de novas evidências experimentais, associa a consciência primária às regiões subcorticais (exemplificados pelos casos de pessoas e outros animais sem córtex) e a consciência mais elevada e refinada ao córtex (que no entanto necessita da ativação da consciência primária ou bruta):

[...] tudo o que temos o direito de concluir de nossas observações é que há mecanismos no tronco encefálico e tálamo que são essenciais para a manutenção da consciência bruta. Um córtex cerebral saudável não pode por si só manter um estado consciente. Não há nada nesta tese que contaria a visão mais antiga de que o córtex cerebral é essencial para os níveis superiores de consciência. A mudança de visão é exemplificada pelo fato de que, enquanto em 1912 Starling, em seu *Textbook of Physiology*, podia escrever sobre a consciência sem mencionar o tronco encefálico e tálamo, agora sabemos que mecanismos neurais nessas estruturas são essenciais para a manutenção da consciência. O córtex, como disse Cobb (1948), “torna possível uma consciência mais discriminadora.” O estado básico de vigília e ciência [*awareness*] bruta depende da atividade dos níveis inferiores. (Cairns, 1952, p. 140-141)

8 O ARGUMENTO DA CAUSA NECESSÁRIA MAS NÃO SUFICIENTE

A explicação dada pelos holistas e corticalistas às descobertas sobre o SARA da década de 1950 foi de que a atividade do tronco encefálico e do tálamo *seria apenas uma condição necessária para sustentar a consciência, mas não suficiente*. “Talvez o córtex tenha que ser ativado por algo mais profundo no sistema nervoso, assim como um tubo de rádio tem que ser esquentado antes de começar a conduzir, mas a mente é essencialmente o funcionamento do córtex cerebral” (Bailey, junho de 1951, publicado como discussão na p. 168 precedendo Cobb, 1952).

Tal analogia do neuropatologista estadunidense Percival Bailey, ex-aluno de Foerster, foi esmiuçada por French:

Esses dados sugerem que não é recomendável considerar o sistema reticular de ativação como um “centro de consciência” ou um “centro de vigília”, no sentido de que impulsos aferentes são necessários para excitá-lo e as manifestações de sua atividade são expressas somente através de suas influências em outras estruturas subcorticais e em todo córtex. Aparentemente, na ausência de tais centros superiores, este sistema não teria uma função intrínseca maior do que o núcleo geniculado lateral, sem a área receptiva visual do córtex. Parece portanto que a área serve como um complexo sistema de comutadores [relay system] que energiza de alguma maneira a atividade normal de centros mais altamente desenvolvidos, cuja função integrada é essencial para o comportamento adaptativo do ser humano desperto. (French, 1952, p. 738)

Fessard desenvolveu em detalhes esta analogia:

Comparemos o encéfalo a um aparelho de rádio, a consciência a uma melodia: a vibração da bobina móvel no alto-falante poderia ser chamada o fenômeno “essencial”, e não seria assim absurdo falar em um locus – se não para a música, pelo menos para seu instrumento material básico. Outros elementos (válvulas, fontes de energia etc.) são necessários para a entrega de um bom concerto; mas sons brutos podem ainda ser obtidos de muitas maneiras a partir de um alto-falante mal equipado. (Fressard, 1954, p. 215)

Essa explicação da “causa necessária mas não suficiente” continua sendo aceita pela maior parte da comunidade de neurocientistas. “Apesar de ter sido sugerido que o cerne reticular possa ter uma conexão privilegiada com a experiência cognitiva [citam Bogen, 1995],

sua atividade pode ser necessária simplesmente para sustentar os padrões de atividade distribuída no córtex” (Tononi & Edelman, 1998, p. 1850). Koch *et al.* (2016, p. 308) também articulam este argumento ao salientar a importância de “distinguir entre o correlato neural da consciência e as condições de fundo para se estar consciente. Esses são fatores que permitem a consciência, sem contribuir diretamente para o seu conteúdo.”

Vemos que o método indutivo da diferença, aplicado aos casos de destruição de áreas subcorticais, não é capaz de favorecer nenhuma das hipóteses em jogo sobre a sede da consciência. Para identificar uma região que seja apenas um “interruptor” (condição apenas necessária) para uma certa modalidade de consciência, a investigação científica terá que usar também métodos indutivos mais gerais, que na análise de Mill (1843, Livro III, Cap. VIII, § 2) envolveriam também o método da concordância e o das variações concomitantes. Ou seja, ter-se-ia que fazer uso da *estimulação* da área encefálica sob estudo (por meio de um padrão de modulação) para verificar se esta estimulação correlaciona-se positivamente com o efeito estudado. Assim, se houver um sensorio para a consciência visual, espera-se que algum tipo de estímulo direto neste sensorio geraria fenômenos visuais subjetivos; isso não aconteceria se a área estudada fosse um mero interruptor.

Por outro lado, há várias regiões na cadeia causal visual que, se estimuladas, gerariam um efeito subjetivo correlacionado, a começar pela retina. Dentre esses, interessa-nos a região que esteja “mais distante” na cadeia causal que começa na retina. Esta preocupação foi explicitada na definição que Le Beau (1942, p. 134) propôs para a “localização encefálica” de uma função, que seria um centro (grupo de células) satisfazendo duas condições: “1) sua destruição ou sua excitação faz desaparecer ou pôe em jogo a função considerada; 2) este grupo de células é fisiologicamente o mais distante possível no sistema nervoso.” Porém, ele não teve sucesso em definir satisfatoriamente o que seria “mais distante.”

O método da diferença, em casos de destruição do córtex, poderia em princípio descartar a hipótese de localização cortical (no caso de ela ser falsa, e pondo em cheque também a hipótese holista), se não fosse pela dificuldade, em criaturas descortificadas, de distinguir entre a

presença de estados de consciência ou de meros automatismos. Bailey resumiu os conhecimentos obtidos até o final da década de 1950:

[...] se o córtex cerebral inteiro de um gato é removido, ele fica geralmente inativo, enrola-se, cochila, é pouco perturbado por sons mas pode ser despertado por odores; ele passeia, alimenta-se quando localiza a comida, reage a esfregões e carícia, atende a som de tom agudo e intensidade baixa, luta se seu nariz é tapado, e pode mostrar sinais de medo [Bailey, 1956]. Se o resto do cérebro [cerebrum] anterior ao hipotálamo é removido, o animal fica sujeito a ataques conhecidos como “fúria simulada” [sham rage], em que as pupilas dilatam, os cabelos ficam em pé, o ritmo cardíaco aumenta, a pressão sanguínea sobe, ocorre salivação e há outros sinais de atividade generalizada do sistema nervoso simpático [Bard, 1928]. (Bailey, 1959, p. 434)

Em humanos, de maneira semelhante ao que ocorre com a remoção só do lobo frontal ou só do temporal:

[...] os lobos parietal ou occipital podem ser removidos ou destruídos por ferimentos de bala, com variados defeitos resultantes, mas a ciência [awareness] permanece intacta em larga medida. A situação é diferente, porém, quando o córtex cerebral inteiro é destruído, como às vezes acontece com asfixia [Bailey, 1956]. Neste caso, apesar de este paciente continuar a respirar espontaneamente por dezoito meses, ele nunca tem qualquer sinal de ciência. Nesse sentido ele difere de um gato, o que é indício de que muitas funções levadas a cabo no gato pelas regiões mais profundas do encéfalo subiram, no homem, para o córtex cerebral. (Bailey, 1959, p. 438)

Vemos que as evidências apresentadas parecem *descartar uma tese localizacionista cortical*, na medida em que a remoção bilateral de qualquer lobo cortical parece não levar à inconsciência. Resta a hipótese localizacionista subcortical, que Bailey não favorece, e a hipótese holista. Mas a hipótese holista, se envolve largas porções do córtex, envolverá também o tálamo e outras regiões subcorticais intimamente conectadas ao córtex. Uma hipótese holista exclusivamente cortical não parece uma posição consistente com o espírito holista. Conclui-se assim que as regiões subcorticais devem ser consideradas como parte do correlato encefálico imediato da consciência, tanto numa abordagem holista quanto localizacionista.

9 QUEDA DO LOCALIZACIONISMO SUBCORTICAL

Vimos que a tradição localizacionista subcortical teve muita força até o final da década de 1950, mas então ela foi eclipsada por visões mais corticalistas. Por que aconteceu isso?

Uma primeira razão envolve a dinâmica interna à área de pesquisa sobre a formação reticular, conforme salienta Hobson:

Nos 20 anos desde a última grande publicação sobre a formação reticular [1958], o interesse da comunidade neurobiológica tem diminuído quase ao ponto de desatenção seletiva. As razões são claras. [...] Os métodos de lesão, estimulação e eletroencefalograma (EEG), porém, eram incapazes de especificar as funções da formação reticular em termos neurofisiológicos celulares. [...] O fracasso em responder a essas questões não só levou ao desinteresse, mas também promoveu as ideias equivocadas de que a formação reticular era ou indiferenciada ou muito complexa para ser estudada, ou ambos. Ironicamente, o período de interesse decrescente na formação reticular foi marcado pelo desenvolvimento das próprias técnicas e conceitos necessários para responder a muitas das questões acima levantadas. Refiro-me, é claro, ao crescimento espetacular da biologia celular e sua aplicação ao estudo dos neurônios. (Hobson, 1980, p. 7)

Um desdobramento dessas técnicas de estudos celulares foram as descobertas sobre a estrutura microscópica das áreas sensoriais corticais, a partir de Mountcastle, em 1957, para o córtex somatossensorial, e de Hubel & Wiesel, a partir de 1959, para o córtex visual. Estes estudos mostraram uma organização em colunas verticais, atravessando as camadas corticais, sendo que cada coluna contém células com um campo receptivo comum, por exemplo de orientação visual (cf. Mars-hall & Magoun, 1998, p. 144-149). Podemos considerar a abertura dessas linhas de pesquisa na citoarquitetura e organização do córtex como uma segunda razão para o abandono do interesse em visões subcorticalistas da consciência¹⁰.

Newman (1995, pp. 173-174) sugere uma terceira razão, que foi o fortalecimento da área da ciência cognitiva, a partir de 1970, com “a metáfora computacional do processamento de informação.” Visões subcorticalistas usavam a metáfora de que o córtex seria apenas o

¹⁰ Tal sugestão foi feita pelo neurocientista E. J. Neafsey, em comunicação pessoal.

“computador” de uma consciência gerada subcorticalmente. Por sua vez, os cognitivistas, que geralmente são de orientação funcionalista, aceitavam a metáfora do computador, mas agora considerava-se que a consciência seria gerada de maneira holista pelo próprio funcionamento do complexo computador cortical, em diálogo com regiões subcorticais. Newman lembra que o foco de estudo da ciência cognitiva são as funções de pensamento, linguagem, conhecimento, significado, propósito e imagem mental, que têm grande envolvimento do córtex cerebral, então há uma tendência a localizar a consciência no córtex.

Além disso, Newman (1995, pp. 174) aponta uma quarta razão para a valorização excessiva dos processos corticais (o que hoje chamaríamos de “viés de seleção observacional”), que é o fato de que as técnicas eletroencefalográficas e de imagem têm acesso mais fácil aos processos do córtex cerebral do que aos das regiões subcorticais.

Uma quinta razão está relacionada com o impacto dos experimentos de bipartição dos hemisférios cerebrais em animais e humanos, no final da década de 1960, indicando que nesses casos o indivíduo passaria a ter dois sistemas cognitivos separados (Sperry, 1984). O psicólogo Robert Thompson (1993, p. 212) salientou este ponto em um artigo póstumo, indicando que a teoria centroencefálica de Penfield “sofreu um duro golpe com o advento da preparação do ‘cérebro dividido.’” Explorando os métodos e o campo de pesquisa de seu ex-orientador Lashley, Thompson passara três décadas estudando os mecanismos de memória em ratos, salientando a importância de estruturas subcorticais, especialmente dos núcleos de base e partes do tálamo, que formariam um “mecanismo não específico” necessário para qualquer problema de aprendizado colocado para o rato. Ao fazer isso, considerou que tinha resgatado e aperfeiçoado a concepção do sistema de integração centroencefálica que Penfield desenvolvera e abandonara após as críticas de Walshe (1957).

A ascensão da concepção corticalista no final a década de 1960 levou também à rejeição por boa parte da comunidade da “neurociência”¹¹ de teorias que salientavam a importância das regiões subcorticais para os aspectos experienciais e cognitivos das emoções em animais.

¹¹ Termo introduzido em 1962 para nomear a *Neuroscience Research Program*, organização científica fundada por Francis Otto Schmidt e outros na região metropolitana de Boston, congregando a neurologia, a psicologia e a biologia molecular.

Assim, a tese do cérebro trino (*triune brain*) de Paul MacLean, apresentada em 1969, foi difundida pela literatura de divulgação mas sofreu ataques dos pares nos anos seguintes (LeDoux o criticou, sendo criticado por Panksepp, 2002, pp. xv-xxvi), e a neurociência afetiva de Jaak Panksepp (1982) demorou para ser bem aceita.

10 LOCALIZACIONISMO SUBCORTICAL CONTEMPORÂNEO

A tradição localizacionista subcorticalista foi eclipsada a partir de 1970, mas ela continuou tendo seus defensores. Ela aparece ocasionalmente de passagem na filosofia, como no comentário talvez irônico do filósofo John Searle (1997, p. 100-101): “até onde sabemos, a base da consciência está em determinadas regiões específicas do encefalo, como, talvez, a formação reticular.” Mais seriamente, os neurocientistas Scheibel & Scheibel (1977, p. 421) vieram a defender que “o substrato para esta continuidade da experiência viva ou ‘eu nuclear’ [*ego-core*] deve ser buscada dentro do cerne do tronco encefálico e sua interação rostral com o diencéfalo, a região frontal basal e o complexo septo-hipocampal” (Figs. 3 e 4).

Outro neurocientista que investigou a hipótese localizacionista subcortical da consciência foi Francis Crick (1984), ao investigar a chamada “hipótese do fecho de luz”¹² (*searchlight hypothesis*), segundo a qual a consciência envolveria algum mecanismo interno de atenção que se moveria de um conjunto de neurônios para outro, a passos de em torno de 70 ms. Neste artigo, ele sugere que o complexo reticular (que inclui o núcleo perigeniculado, próximo mas distinto do núcleo reticular talâmico salientado por Ward, 2011), uma fina camada de neurônios que envolve o tálamo dorsal (Fig. 5), forneceria o “fecho de luz” essencial para a consciência.

¹² *Searchlight hypothesis*. O termo “searchlight” foi usado por Richard Jung ao se referir a uma figura do “fecho de luz” da atenção. A legenda de sua Fig. 1, aqui adaptada como Fig. 5, é: “Diagrama esquemático da função seletiva da consciência com o fecho de luz da atenção, iluminando detalhes do mundo interno e externo. O fecho de luz deve ser considerado móvel, para selecionar diferentes objetos, e como tendo um diafragma regulável para iluminar um campo de atenção estreitamente concentrado ou largamente difuso” (Jung, 1954, p. 311).

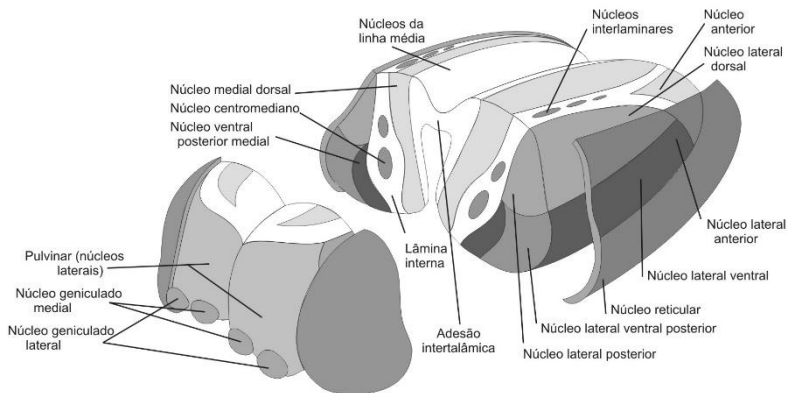


Fig. 5. Tálamo e sua divisão em núcleos. **Fonte:** adaptado de Carter *et al.* (2009, p. 60).

“Apesar de o tálamo parecer ser apenas uma estação de retransmissão [*relay*], isso parece altamente improvável. Seu tamanho e sua posição estratégica tornam muito provável que ele tenha alguma função mais importante” (Crick, 1984, p. 4587). Esta previsão foi corroborada recentemente em um artigo de Schmitt *et al.*:

No geral, nossos resultados definem um princípio anteriormente desconhecido na neurociência: o controle talâmico da conectividade cortical funcional. Esta função, que é dissociável da retransmissão de informação categorial, indica que o tálamo tem um papel muito mais amplo na cognição do que se pensava anteriormente. (Schmitt *et al.*, 2017, p. 219)

Vinte anos depois, Crick e seu colaborador Christof Koch propuseram que o papel integrador da consciência estaria associado ao cláustro (Fig. 4), estrutura neuronal incluída nos núcleos de base (Crick & Koch, 2005; cf. Kandel, 2009, cap. 28).

Dentre outros partidários da hipótese localizacionista subcortical da consciência primária, destaca-se o neurofisiologista Joseph Bogen (1995, p. 52), que trabalhou no início de sua carreira com Magoun. Para ele, “a consciência [*conscious awareness*] (mais precisamente o que chamarei de *C*) é engendrada por atividade neuronal nos núcleos intralaminares (ILN), e imediatamente à sua volta, de cada tálamo” (Fig. 5).

Apresentou os dois argumentos indutivistas de qualquer tese localizacionista: “primeiro, um grande déficit em alguma função (f) é produzida por uma lesão pequena no ‘centro’ para esta f [...]. Segundo, uma grande lesão em outra região (o hemisfério direito no exemplo da competência sintática do destro) resulta em pequena (ou nenhuma) perda em f . Com relação a C , lesões bitalâmicas bastante pequenas envolvendo ambos os ILN tipicamente comprometem o mecanismo cerebral (Mc), ao passo que grandes lesões bicorticais (por exemplo, bifrontal ou bitemporal) tipicamente não” (Bogen, 1995, p. 53).

No final da seção 9 foi mencionada a corrente de neurocientistas que valoriza a importância cognitiva das emoções e sua origem subcortical, como McLean e Panksepp. Na década de 1990, o neurocientista português António Damásio, radicado na Universidade de Iowa, passou a trabalhar nesta corrente, enfatizando o papel do tronco encefálico na consciência primária ou “cerneira” (*core consciousness*). Seu pensamento deste período é sintetizado em um artigo de 2001 com seu aluno Josef Parvizi. A consciência cerneira é entendida como um processo biológico de regulação homeostática, originando-se assim em estruturas do tronco encefálico. No entanto, os autores não adotam um localizacionismo subcortical, pois consideram que “há pouca dúvida que a ativação cortical devida ao envolvimento do tronco encefálico é uma parte indispensável do estado consciente” (Parvizi & Damásio, 2001, p. 136). Sua posição se enquadra melhor em um holismo que inclui o tronco encefálico, rejeitando assim “uma criatura homúncula que estaria a cargo do conhecimento” (p. 137). Caracterizam o “proto-eu” (*proto-self*) como padrões neurais que mapeiam, de instante a instante, o estado do corpo e de seu ambiente, havendo padrões de segunda-ordem que mapeiam a relação do organismo com objetos de seu ambiente. As estruturas necessárias para este proto-self envolveriam diversos núcleos do tronco encefálico, o hipotálamo, os núcleos da base e os córtices somatossensoriais, que envolvem o córtex insular, as áreas S2 e a região do córtex parietal medial localizado atrás do esplênio do corpo caloso (p. 138) (Figs. 1, 3, 4). Outras áreas estariam envolvidas na geração da “consciência estendida”, envolvendo o “eu autobiográfico”, que incluiria, além do proto-eu, a memória e a linguagem.

Também nesta corrente de revalorização das emoções, o neuropsicólogo Douglas Watt veio a salientar o papel da substância cinzenta periaquedutal (PAG), localizada ao redor do aqueduto cerebral (canal de líquido cefalorraquidiano ligando o terceiro e o quarto ventrículos), no interior do tegmento do mesencéfalo (Fig. 2). Sem querer substituir o “chauvinismo cortical” por um chauvinismo do encéfalo ventral, Watt (2000, p. 107) defende que a PAG “é parte de um conjunto complexo de sistemas no mesodiencefalo que conjuntamente são essenciais para a consciência e emoção.” Tal lista de estruturas subcorticais essenciais para a consciência incluiria os núcleos intralaminares do tálamo (ILN), o núcleo reticular talâmico, e o colículo superior, entre outros (p. 108).

Mais recentemente, Björn Merker (2007) defendeu a tese de que a consciência básica do mundo interno e externo surge no tronco encefálico, e não no córtex, citando estudos em pessoas com hidranencefalia, que mantêm reações emocionais a estímulos (retomando assim o argumento que vimos com Nielsen & Thompson, 1947). Associa a consciência primária ao colículo superior, região do teto mesencefálico (Fig. 2) associado à atenção visual, auditiva e somestésicas. O trabalho de Merker influenciou uma mudança recente de opinião de Michael Gazzaniga, que em seu livro *The consciousness instinct* sugere que a consciência originária no “motor subcortical de sentimentos emocionais” do mesencéfalo, sendo o córtex possivelmente “uma coleção de extensões (*apps!*) para realçar as experiências conscientes” (Gazzaniga, 2018, p. 293).

O psicofísico e neurólogo Lawrence Ward (2011), da Universidade de British Columbia, no Canadá, adaptou o modelo do cerne dinâmico de Tononi & Edelman, uma concepção holista centrada no córtex, para atividade na região talâmica. Foi influenciado pelo trabalho de David Mumford (1991), que propôs que os núcleos reticulares talâmicos, que não estão envolvidos diretamente na transmissão de impulsos sensoriais, mas estão conectados com as áreas funcionais do córtex, seriam uma espécie de “quadro-negro ativo” das computações realizadas no córtex.

Considerando a proposta corticalista de Koch et al. (2016), que vimos na seção 6, a “zona quente” têmporo-parietal-occipital tem conexões fortes no tálamo com o pulvinar (Fig. 5), se tornando um

candidato natural para a sede da consciência visual, dentro da concepção localizacionista subcortical.

11 A QUESTÃO DA CONSCIÊNCIA EM ANIMAIS

O debate sobre a localização da consciência primária e da consciência reflexiva está intimamente conectado com a questão de quais animais possuem essas formas de consciência. Por exemplo, se peixes tiverem consciência primária, isso indica que em seres humanos a consciência primária é subcortical, já que peixes não possuem córtex.

Há uma tendência entre neurocientistas mais ligados à pesquisa com emoções a atribuir consciência primária a boa parte do reino animal, como aparece na Declaração de Cambridge sobre a Consciência, de 2012:

A ausência de um neocórtex não parece impedir que um organismo vivencie estados afetivos. A evolução convergente indica que animais não humanos possuem os substratos neuroanatômicos, neuroquímicos e neurofisiológicos dos estados conscientes, junto com a capacidade de exibir comportamentos intencionais. Consequentemente, o peso da evidência indica que os humanos não são os únicos que possuem os substratos neurológicos que geram a consciência. Animais não humanos, incluindo todos os mamíferos e pássaros, e muitas outras criaturas, incluindo polvos, também possuem esses substratos neurológicos. (Low *et al.*, 2012)

Na literatura, não há um consenso sobre o assunto. Há quem associe consciência primária apenas aos amniotas (répteis, aves e mamíferos) (Cabanac *et al.*, 2009), outros a estendem aos vertebrados (Sneddon, 2011), mas há também argumentos fortes em favor da tese da consciência primária em cefalópodes (polvos etc.) (cf. Shigeno *et al.*, 2018). Por fim, há cientistas que argumentam que até insetos teriam alguma forma de experiência subjetiva (Barron & Klein, 2016).

A afirmação de que “se peixes têm consciência primária, então em seres humanos a consciência primária é subcortical” faz uso da hipótese de que *as estruturas neurais da consciência primária não se modificam significativamente com a evolução*. Esta hipótese foi defendida por Carpenter (1864, p. 545), na citação na seção 3. No entanto, Herbert Spencer (1890) a rejeitou explicitamente na seguinte passagem, que foi citada e compartilhada por Hughlings Jackson (cf. Walshe, 1957, p. 519):

Não se segue, como de início pareceu para mim, que sentimentos [*feelings*] nunca estejam localizados nos centros nervosos inferiores. Pelo contrário, pode bem ser que, em tipos inferiores, os homólogos destes centros inferiores sejam as sedes da consciência. A verdadeira implicação é que de qualquer modo a sede da consciência é aquele centro nervoso para o qual, mediata ou imediatamente, as impressões mais heterogêneas são trazidas; e não é improvável que, no curso da evolução nervosa, centros que uma vez eram os superiores sejam suplantados por outros nos quais a coordenação é levada a um estágio posterior, e que portanto se tornam os locais do sentimento, ao passo que os centros que antes eram predominantes se tornem automáticos. (Spencer, 1890, v. 1, p. 105)

Le Gros Clark (1950, p. 22-23) denominou este processo de *corticalização da função encefálica*, em que “centros de controle funcional que estavam originalmente localizados em partes mais primitivas do encéfalo foram gradualmente transferidas para o nível cortical do encéfalo.” Deu como exemplo a destruição do córtex visual de ratos, que mesmo assim conseguem desempenhar tarefas visuais, ao contrário do que ocorreria em seres humanos, indicando que todas as funções visuais teriam sido transferidas em humanos para o córtex. No entanto, a descoberta da chamada “visão cega” em humanos (Weiskrantz, 1988) invalida este exemplo.

Outro autor que defendeu a corticalização da função encefálica foi Bailey (1959, p. 438), citado acima na seção 8, para quem “muitas funções levadas a cabo no gato pelas regiões mais profundas do encéfalo subiram, no homem, para o córtex cerebral.”

12 O DEBATE DA ANESTESIA

Uma das áreas em que o debate sobre a localização da consciência é mais intenso é com respeito ao mecanismo de ação de anestésicos, que provocam a perda de consciência. Estudos vêm tentando monitorar a ação de substâncias como o propofol no início da anestesia geral, tanto em sua ação em diferentes partes do encéfalo quanto ao longo do tempo.

Em torno de 2000, Michael Alkire, da Universidade da Califórnia em Irvine, e seu grupo, confirmaram que uma característica comum da ação de vários anestésicos é a “depressão” do tálamo. Isso significa que

o modo de condução de sinais para o córtex (*tonic or relay mode*) é desativado, e o tálamo entra no modo de oscilações sincronizadas características do sono profundo (*burst or oscillatory mode*), em que há um resultante bloqueio da condução dos sinais sensoriais para o córtex. (Em termos moleculares, tal transição é controlada por canais de íons de cálcio nas membranas dos dendritos e do soma dos neurônios talâmicos.)

Assim, uma primeira suposição a ser aventada (Mashour & Alkire, 2013) é que o tálamo serve como um interruptor (*on-off switch*) para a consciência, podendo ser desligado por anestésicos. Reforçando esta suposição, mostrou-se que a infusão de nicotina em regiões do tálamo anestesiado é suficiente para restaurar a consciência em ratos (a nicotina bloqueia um canal de potássio que está ligado à ação dos canais de cálcio).

No entanto, uma suposição alternativa foi sugerida por experimentos de Velly *et al.* (2007), a suposição de que o comportamento do tálamo é o reflexo ou “leitura” (*read-out*) de processos ocorrendo no córtex. A novidade deste estudo foi um melhor controle da variável temporal dos processos envolvidos, a partir da inserção de um eletrodo no núcleo subtalâmico – o seu ponto fraco é que o tálamo não foi diretamente medido. Velly *et al.* concluíram que a depressão talâmica ocorre até 10 minutos depois da perda de consciência por anestesia, medida mais imediatamente por sinais eletroencefalográficos no córtex. Tal experimento foi citado por Tononi & Koch (2008, p. 244) como argumento contra a hipótese da localização da consciência no tálamo, e também por Alkire, Hudetz & Tononi (2008), que concluem pela visão holista de que “a maioria dos agentes anestésicos parecem causar a inconsciência, ao agirem, direta ou indiretamente, em um complexo corticotalâmico lateral posterior centrado em torno do lobo parietal inferior, ou talvez em um cerne cortical medial” (p. 880).

Em suma, a suposição de que o tálamo apenas “lê” os processos corticais de consciência favorece a hipótese da localização cortical da consciência ou a holista, ao passo que a hipótese do tálamo como interruptor é neutra com relação às três hipóteses examinadas no presente artigo, levando em conta o argumento da causa necessária mas não suficiente (seção 8). Um estudo mais recente de Liu *et al.*, comentado por Mashour & Alkire (2013), salienta que são os núcleos “não

específicos” do tálamo que seriam os responsáveis pela ação de interrupção da consciência, não os núcleos responsáveis pela transmissão de sinais sensoriais para o córtex (como o núcleo geniculado lateral, no caso da visão, Fig. 5).

Em conclusão, o estudo recente de Liu *et al.* ajuda a focar a investigação futura no papel dos núcleos talâmicos não específicos nos mecanismos anestésicos, ao fornecer detalhes da câmara interna [o tálamo] que podem guardar os segredos da consciência e da anestesia. (Mashour & Alkire, 2013, p. 14)

13 O CAMINHO DOS SONHOS

Outra área que sempre esteve envolvida com a pesquisa sobre a consciência é a neurociência dos sonhos, em especial o sono REM, considerado um estado de consciência primária. Não há espaço aqui para desenvolver o tema, mas vale citar o estudo de Dresler *et al.* (2012, p. 1019), que aponta que “durante o sono REM, aumenta a atividade neural no tronco encefálico, tálamo, amígdala e córtices têmporo-occipital extraestriado, ao passo que, por exemplo, o córtex pré-frontal dorsolateral e o pré-cúneo mostram desativação” (Fig. 1). Este padrão de ativação de consciência primária é ampliado quando ocorre o fenômeno dos “sonhos lúcidos”, em que o sonhador passa a ter consciência reflexiva de que está sonhando, podendo até conduzir as ações do sonho de acordo com sua vontade. Neste caso, passa a ser observada ativação no córtex frontal dorsolateral (associado à avaliação “metacognitiva”, ou seja, reflexão sobre o próprio estado cognitivo), nos lóbulos parietais (que pode estar associado ao funcionamento da memória) e em áreas frontopolares bilaterais (associada à avaliação dos próprios pensamentos ou emoções) (Dresler *et al.*, 2012, p. 1020).

14 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O presente estudo buscou delinear um pouco da história das três grandes concepções a respeito da sede da consciência. A questão de qual é o correlato encefálico imediato da consciência primária deverá ser respondida no presente século, e a partir de então a pesquisa neurocientífica buscará entender, na medida do possível, como as qualidades subjetivas são instanciadas no encéfalo. Pode-se antever uma

“revolução científica” na acepção de Thomas Kuhn (1978, cap. IX). A resposta a essa pergunta também é relevante para a questão de quando surgiu a consciência primária na evolução biológica.

Neste exame do debate sobre a localização (ou não) da consciência, percebemos uma certa fluidez nas acepções atribuídas ao termo “consciência.” Uma vez que se aceite que a consciência vem em diferentes graus, por exemplo a partir de um estado de coma, é natural associar cada um desses graus a processos que ocorrem em posições ascendentes no tronco encefálico, passando pelo tálamo, até atingir o córtex. Assim, torna-se quase um truísmo que algum grau primário de consciência ocorra sem a contribuição do córtex cerebral. Com efeito, na seção 8, concluímos que as regiões subcorticais devem ser consideradas como parte do correlato encefálico imediato da consciência primária, quer se adote uma abordagem localizacionista, quer holista.

Esta hipótese de localização subcortical da consciência primária se torna importante para a pesquisa sobre a natureza da consciência reflexiva e de ordem superior (que envolve o córtex), quando se considera a tese adicional de que a chave do mistério da consciência primária *é um pré-requisito* para se desvendar os mistérios da consciência reflexiva. Se isso for verdade, a pesquisa dos correlatos subcorticais da consciência primária adquire importância, nesses tempos dominados pela ênfase, da neurociência cognitiva pós-1970, nos processos corticais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho beneficiou-se da discussão ocorrida em duas apresentações orais feitas com os colegas Francisco Rômulo Ferreira, Maria Inês Nogueira e Hamilton Haddad Jr., na Universidade de São Paulo, no *Grupo de Estudos & Pesquisa em História e Filosofia da Neurociência*, em 10/04/2014, e no *Encontro de História e Filosofia da Biologia 2015*, em 31/07/2015. Para este trabalho também contribuíram as interações com Luiz Augusto Rosa, Mônica Corrêa, Fabiana Mesquita de Carvalho, Sérgio Domingos Pittelli, Abolfazl Alipour, Herminia Ferreira e E.J. Neafsey. Agradeço por fim a Bolsa de Produtividade em Pesquisa do CNPq, projeto “Explorações reducionistas do problema mente-corpo”. Boa parte do levantamento bibliográfico foi realizada em minha estada de um ano no *Department of History & Philosophy of Science and*

Medicine, da *Indiana University*, e agradeço à boa acolhida e discussão deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKIRE, Michael T.; HUDETZ, Anthony G. & TONONI, Giulio. Consciousness and anesthesia. *Science*, 322: 876-880, 2008.
- ARMSTRONG, David M. Three types of consciousness [Commentary]. Pp. 235-241, *in*: Ciba Foundation (org.). *Brain and mind*. Amsterdam: Excerpta Medica, 1979.
- BAARS, Bernard J. & GAGE, Nichole M. *Cognition, brain and consciousness: introduction to cognitive neuroscience*. 2ª ed. Burlington (MA): Academic Press, 2010.
- BAILEY, Percival. The seat of the soul. *Perspectives in Biology and Medicine*, 2: 417-441, 1959.
- . Cortex and mind. Pp. 3-14, *in*: Scher, J. M. (org.). *Theories of the mind*. New York: Free Press, 1962.
- BARRON, Andrew B. & KLEIN, Colin. What insects can tell us about the origins of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 113: 4900-4908, 2016.
- BOGEN, Joseph E. On the neurophysiology of consciousness. I. An overview. II. Constraining the semantic problem. *Consciousness and Cognition*, 4: 52-62, 137-158, 1995.
- BORING, Edwin G. *Sensation and perception in the history of experimental psychology*. New York: Appleton-Century, 1942.
- CABANAC, M.; CABANAC, A.J. & PARENT, A. The emergence of consciousness in phylogeny. *Behavioral Brain Research*, 198: 267-272, 2009.
- CAIRNS, Hugh. Disturbances of consciousness with lesions of the brain-stem and diencephalon. *Brain*, 75: 109-146, 1952.
- CARPENTER, William B. *Principles of human physiology*. 6ª ed. London: John Churchill, 1864.
- CARTER, Rita; ALDRIDGE, S.; PAGE, M. & PARKER, S. *O livro do cérebro*, 4 vols. Trad. P. Frances. Edição especial da revista *Mente & Cérebro*. São Paulo: Duetto, 2009.
- CHAPMAN, Loring F. & WOLFF, Harold G. The cerebral hemispheres and the highest integrative functions of man. *A. M. A. Archives of Neurology*, 1: 357-424, 1959.

- COBB, Stanley. On the nature and locus of mind. *A. M. A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **67**: 172-177.
- CRICK, Francis C. Function of the thalamic reticular complex: the searchlight hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, **81**: 4586-4590, 1984.
- CRICK, Francis C. & KOCH, Christof. What is the function of the claustrum? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **360**: 1271-1279, 2005.
- DAMÁSIO, António. A neurobiology for consciousness. Pp. 111-120, in: Metzinger, T. (org.). *Neural correlates of consciousness: empirical and conceptual questions*. Cambridge (MA): MIT Press, 2000.
- DELAFFRESNAYE, J.F.; ADRIAN, Edgar D.; BREMER, Frederic & JASPER, Herbert H. (orgs.). *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford: Blackwell, 1954.
- DESCARTES, René. *As paixões da alma* [1649]. Trad. J. Guinsburg & B. Prado Jr. Pp. 213-294, in: *Os Pensadores*. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- DRESLER, M.; WEHRLE, R.; SPOORMAKER, V.I.; KOCH, S.P.; HOLSBOER, F.; STEIGER, A.; OBRIG, H., SÄMANN, P.G. & CZISCH, M. Neural correlates of dream lucidity obtained from contrasting lucid versus non-lucid REM sleep: a combined EEG/fMRI case study. *Sleep*, **35**: 1017-1020, 2012.
- EDELMAN, Gerald M. *Bright air, brilliant fire: on the matter of the mind*. New York: Basic Books, 1992.
- ECCLES, John C. *The neurophysiological basis of mind: the principles of neurophysiology*. Oxford: Clarendon, 1953.
- EVANS, Cedric O. *The subject of consciousness*. London: George Allen & Unwin, 1970.
- FELTEN, David L.; SHETTY, Anil N. *Netter atlas de neurociência*. Ilustrações Frank H. Netter. Trad. R. R. Santos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
- FEINDEL, William. Mind, consciousness, and the neurosurgeon. Pp. 49-66, in: Awad, I. A. (org.). *Philosophy of neurological surgery*. Park Ridge (IL): American Association of Neurological Surgeons, 1995.
- FESSARD, Alfred E. Mechanisms of nervous integration and conscious experience. Pp. 200-236, in: Delafresnaye *et al.*, op. cit., 1954.

- FOERSTER, Otfried. Über die Bedeutung und Reichweite des Lokalisationsprinzips im Nervensystem. Pp. 117-211, *in*: Géronne A. (org.), *Sechshundvierzigster Kongress. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin*. Munich: Bergmann, 1934.
- FRENCH, John D. Brain lesions associated with prolonged unconsciousness. *A. M. A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **68**: 727-740, 1952.
- GAZZANIGA, Michael S. *The consciousness instinct: unraveling the mystery of how the brain makes the mind*. New York: Farrar, Straus & Giroux, 2018.
- GOLDSTEIN, Kurt. *Der Aufbau der Organismus*. Haia: Nijhoff, 1934. Tradução para o inglês: *The organism*. New York: Zone Books, 1995.
- HAGMANN, Patric; CAMMOUN, L.; GIGANDET, X.; MEULI, R.; HONEY, C. J.; WEDEEN, V. J. & SPORNS, O. Mapping the structural core of human cerebral cortex. *PLoS Biology*, **6**: 1479-1493, 2008.
- HOBSON, J. Allan. Toward a cellular neurophysiology of the reticular formation: conceptual and methodological milestones. Pp. 7-29, *in*: HOBSON, J. A. & BRAZIER, M. A. B. (orgs.). *The reticular formation revisited: specifying function for a nonspecific system*. New York: Raven Press, 1980.
- HODGSON, Shadworth H. *The philosophy of reflection*. London: Longmans, Green and Co., 1878.
- JACKSON, John Hughlings. Remarks on evolution and dissolution of the nervous system. *Journal of Mental Science*, **33**: 25-48, 1887.
- JAMES, William. *The principles of psychology*. London: Macmillan, 1890.
- JUNG, Richard. Correlation of bioelectrical and autonomic phenomena with alterations of consciousness and arousal in man. Pp. 310-344, *in*: Delafresnaye *et al.*, op. cit., 1954.
- KANDEL, Eric R. *Em busca da memória* [2006]. Trad. R. Rubino. São Paulo: Cia. das Letras, 2009.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas* [1962]. Trad. B. V. Boeira & N. Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- KOCH, Christof; MASSIMINI, Marcello; BOLY, Melanie & TONONI, Giulio. Neural correlates of consciousness: progress and problems. *Nature Reviews Neuroscience*, **17**: 307-322, 2016.
- LABERGE, David L. Attention. *Psychological Science*, **1**: 156-162, 1990.

- LE BEAU, Jacques. Localisation cérébrale de la conscience. *Revue Canadienne de Biologie*, **1**: 134-56, 1942.
- LEDOUX, Joseph. Rethinking the emotional brain. *Neuron*, **73**: 653-676, 2012.
- LE GROS CLARK, Wilfrid E. The structure of the brain and the process of thinking. Pp. 12-24, in: LASLETT, P. (org.). *The physical basis of mind*. Oxford: Basil Blackwell, 1950.
- LLINÁS, Rodolfo R. & PARÉ, Denis. Of dreaming and wakefulness. *Neuroscience*, **44**: 521-35, 1991.
- LOW, Philip; PANKSEPP, Jaak; REISS, Diana; EDELMAN, David; VAN SWINDEREN, Bruno & KOCH, Christof. The Cambridge Declaration on Consciousness. Disponível online: <http://fcmconference.org/img/CambridgeDeclarationOnConsciousness.pdf>
- MARSHALL, Louise H. & MAGOUN, Horace W. *Discoveries in the human brain: neuroscience prehistory, brain structure, and function*. New York: Springer, 1998.
- MASHOUR, George A. & ALKIRE, Michael T. Consciousness, anesthesia, and the thalamocortical system. *Anesthesiology*, **118**: 13-15, 2013.
- MERKER, Björn. Consciousness without a cerebral cortex: a challenge for neuroscience and medicine. Target article, commentaries and author's response. *Behavioral and Brain Sciences*, **30**: 63-134, 2007.
- MESULAM, M.-Marsel. *Principles of behavioral and cognitive neurology*. 2^a ed. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- MEYERS, Russell. Dandy's striatal theory of "the center of consciousness": surgical evidence and logical analysis indicating its improbability. *A.M.A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **65**: 659-671, 1951.
- MILL, John Stuart. *A system of logic, ratiocinative and inductive*. Vol. 1. London: John Parker, 1843.
- MORABITO, Carmela. David Ferrier and Luigi Luciani on the localization of brain functions. *Physis*, **36**: 387-405, 1999.
- MORUZZI, Giuseppe & MAGOUN, Horace W. Brain stem reticular formation and activation of EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **1**: 455-473, 1949.
- MUMFORD, David. On the computational architecture of the neocortex. I. The role of the thalamo-cortical loop. *Biological Cybernetics*, **65**: 135-145, 1991.

- NEWMAN, James. Thalamic contributions to attention and consciousness. *Consciousness and Cognition*, **4**: 142-193, 1995.
- NIELSEN, Johannes M. & THOMPSON, George N. *The engrammes of psychiatry*. Springfield (IL): Charles Thomas, 1947.
- PANKSEPP, Jaak. Toward a general psychobiological theory of emotions. *Behavioral and Brain Sciences*, **5**: 407-467, 1982.
- . Forward: the MacLean legacy and some modern trends in emotion research. Pp. iv-xxvii, in: Cory, Jr., G. A. & Gardner, Jr., R. (orgs.). *The evolutionary neuroethology of Paul MacLean: convergences and frontiers*. Westport (CT): Praeger, 2002.
- PARVIZI, Josef & DAMÁSIO, António R. Consciousness and the brainstem. *Cognition*, **79**: 135-160, 2001.
- PENFIELD, Wilder. The cerebral cortex in man. I. The cerebral cortex and consciousness. *Archives of Neurology and Psychiatry*, **40(3)**: 417-442, 1938.
- . The centrencephalic integrating system. *Brain*, **81**: 231-234, 1958.
- . *O mistério da mente* [1975]. São Paulo: Atheneu/Edusp, 1983.
- PESSOA JR., Osvaldo. A consciência enquanto observação do cérebro. Pp. 201-219, in: Ferreira, F. R. M.; Haddad Jr., H.; Nogueira, M. I. & Pessoa Jr., O. (orgs.). *História e filosofia da neurociência*. São Paulo: Liber Ars, 2015.
- PIÉRON, Henri. De l'apport actuel de la neurophysiologie à la psychologie. *L'année psychologique*, **53**: 279-319, 1953.
- PROCHASKA, Georg. *A dissertation on the functions of the nervous system* [1784]. Trad. T. Laycock. Pp. 363-450, in Unzer, J. A. & Prochaska, G. 'The principles of physiology' and 'A dissertation on the functions of the nervous system'. London: Sydenham Society, 1851.
- REICHARDT, Martin. Hirnstamm und Psychiatrie. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*, **68**: 470-506, 1928. Disponibilizado online em duas partes pela *European Neurology*, 2008.
- REES, Geraint; KREIMAN, Gabriel & KOCH, Christof. Neural correlates of consciousness in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, **3**: 261-270, 2002.
- ROGET, Peter M. *Animal and vegetable physiology considered with reference to natural theology*. Vol. II. London: W. Pickering, 1834.

- ROSENTHAL, David M. A theory of consciousness. Pp. 729-754, in: BLOCK, N.; FLANAGAN, O. & GUZELDERE, G. (orgs.). *The nature of consciousness: Philosophical debates*. Cambridge (MA): MIT Press, 1992.
- ROTH, Gerhard. The evolution and ontogeny of consciousness. Pp. 76-97, in: METZINGER, T. (org.). *Neural correlates of consciousness: empirical and conceptual questions*. Cambridge (MA): MIT Press, 2000.
- SAHRAIE, A.; WEISKRANTZ, L.; BARBUR, J. L.; SIMMONS, A.; WILLIAMS, S. C. R. & BRAMMER, M. J. Pattern of neuronal activity associated with conscious and unconscious processing of visual signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, **94**: 9406-9411, 1997.
- SCHÄFER, Edward A. The cerebral cortex. Pp. 697-782, in: Schäfer, E.A. (org.). *Text-book of physiology*. Vol. 2. Edinburgh: Pentland, 1900.
- SCHEIBEL, Madge E. & SCHEIBEL, Arnold B. The anatomy of constancy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **290**: 421-435, 1977.
- SCHILLER, Francis. Consciousness reconsidered. *A. M. A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **67**: 199-227.
- SCHMITT, L. I.; WIMMER, R. D.; NAKAJIMA, M.; HAPP, M.; MOFAKHAM, S. & HALASSA, M. M. Thalamic amplification of cortical connectivity sustains attentional control. *Nature*, **545**: 219-223, 2017.
- SEARLE, John. *A redescoberta da mente* [1992]. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- SHIGENO, S.; ANDREWS, P. L. R.; PONTE, G. & FIORITO, G. Cephalopod brains: an overview of current knowledge to facilitate comparison with vertebrates. *Frontiers in Physiology*, **9**: (article 952) 1-16, 2018.
- SNEDDON, Lynne U. Pain perception in fish: evidence and implications for the use of fish. *Journal of Consciousness Studies*, **18**: 209-229, 2011.
- SOKOLOV, Eugene. *Psychophysiology of consciousness*. Trad. do russo por A. Chernorizov; K. Chernorizov & D. Bowden. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- SPENCER, Herbert. *Principles of psychology*. Vol. 1. 3ª ed. New York: D. Appleton & Co., 1890.

- SPERRY, Roger. Consciousness, personal identity and the divided brain. *Neuropsychologia*, **22**: 661-673, 1984.
- THOMPSON, Robert. (1993). Centrencephalic theory, the general learning system, and subcortical dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **702**: 197-223, 1993.
- TONONI, Giulio & EDELMAN, Gerald M. Consciousness and complexity. *Science*, **282**: 1846-1851, 1998.
- TONONI, Giulio & KOCH, Christof. The neural correlates of consciousness: an update. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1124**: 239-261, 2008.
- TROLAND, Leonard T. *Principles of psychophysiology*. Vol. III: *Cerebration and action*. New York: Greenwood Press, 1932.
- VELLY, L. J.; REY, M. F.; BRUDER, N. J.; GOUVITSOS, F. A.; WITJAS, T.; REGIS, J. M.; PERAGUT, J. C. & GOUIN, F. M. Differential dynamic of action on cortical and subcortical structures of anesthetic agents during induction of anesthesia. *Anesthesiology*, **107**: 202-212, 2007.
- WALSHE, Francis M. R. The brain-stem conceived as the “highest level” of function in the nervous system; with particular reference to the “automatic apparatus” of Carpenter (1850) and to the “centrencephalic integrating system” of Penfield. *Brain*, **80**: 510-539, 1957.
- WARD, Lawrence M. The thalamic dynamic core theory of consciousness. *Consciousness and Cognition*, **20**: 464-486, 2011.
- WATT, D. The centrencephalon and thalamocortical integration: neglected contributions of periaqueductal gray. *Consciousness and Emotion*, **1**: 91-114, 2000.
- WEISKRANTZ, Lawrence. Some contributions of neuropsychology of vision and memory to the problem of consciousness. Pp. 183-99, in: MARCEL, A. J. & BISIACH, E. (eds.). *Consciousness in contemporary science*. Oxford: Clarendon, 1988.
- ZEKI, S. & BARTELS, A. Toward a theory of visual consciousness. *Consciousness and Cognition*, **8**: 225-259, 1999.

Data de submissão: 12/04/2020

Aprovado para publicação: 09/10/2020