

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PSICOLOGIA

HELLEN ROSE MAIA SALAZAR

A TEORIA DA INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO APLICADA AOS CORRELATOS
NEURAIS DA CONSCIÊNCIA

Uma hipótese para compreender a consciência a partir de experiências sensório-perceptuais
visuais

VOLTA REDONDA, RJ
2018

HELLEN ROSE MAIA SALAZAR

**A TEORIA DA INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO APLICADA AOS
CORRELATOS NEURAIS DA CONSCIÊNCIA
Vol.1**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Psicologia do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Psicologia.

Campo de Confluência: Neurociências

Orientador:
Prof Dr Aydamari João Pereira Faria Junior

VOLTA REDONDA, RJ
2018

HELLEN ROSE MAIA SALAZAR

**A TEORIA DA INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO APLICADA AOS
CORRELATOS NEURAIS DA CONSCIÊNCIA**

Vol.1

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Psicologia do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Psicologia.

Campo de Confluência: Neurociências

Aprovada em ____ de _____, _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr Aydamari João Pereira Faria Junior – UFF
Orientador

Prof Dr Sérgio Luis Schmidt - UNIRIO

Profa Dra Érica de Lana Meirelles - UFF

VOLTA REDONDA, RJ
2018

Quando percebemos, pensamos e agimos, há um zumbido de causação e processamento de informações, mas esse processamento geralmente não acontece no escuro. Há também um aspecto interno. Há algo que parece ser um agente cognitivo. Esse aspecto interno é experiência consciente. Experiências conscientes variam de sensações de cores vivas a experiências dos mais fracos aromas de fundo; de dores duras para a experiência indescritível de pensamentos na ponta da língua; de sons mundanos e cheiros para a abrangente grandeza da experiência musical; da trivialidade de uma coceira irritante ao peso de uma profunda angústia existencial; da especificidade do gosto da hortelã-pimenta à generalidade da experiência de individualidade. Todos estes têm uma qualidade experienciada distinta. Todos são partes proeminentes da vida interior da mente.

(CHALMERS, 1996, p. 4)

RESUMO

Há questões históricas relacionadas às interações entre mente e corpo para as quais, somente recentemente, com o advento tecnológico, tem sido exequível explorar melhor possíveis respostas. Ademais, técnicas modernas de imagem revolucionaram o estudo das funções cognitivas e, por sua vez, o entendimento da maneira pela qual as informações captadas pelos sentidos são percebidas, processadas, armazenadas e acessadas. Tudo isso abre espaço para a interrogação sobre como se daria a emergência da experiência consciente diante desses processos. O objetivo principal deste trabalho consiste em reunir achados científicos que possam servir de fundamento para a compreensão da maneira pela qual se dá a percepção consciente, com base na chamada Teoria da Integração da Informação e também nos estudos sobre a percepção visual. A aplicação dessa teoria se justifica porque, através de seus pressupostos teóricos, é possível alcançar previsões testáveis sobre uma experiência consciente. Por sua vez, a escolha pela análise fundamentada na neurofisiologia e neuroanatomia do sistema visual se deu em virtude da maior disponibilidade de bibliografias sobre o tema, assim como em razão da similaridade entre neurônios do sistema visual de humanos e animais, algo que facilita os estudos graças à maior possibilidade de comparações. Sendo assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória, em forma de revisão narrativa de literatura. Os artigos foram pesquisados principalmente nas bases de dados MEDLINE/PubMed, Portal de Periódicos CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SCOPUS, Science Direct e Mendeley, da revista Elsevier. De acordo com esse panorama, um marco teórico que conduziu os pesquisadores interessados em estudar sobre as incógnitas apresentadas pela consciência foi o chamado Método Contrastivo, por meio do qual são estabelecidas comparações entre processos conscientes e não-conscientes. Os conteúdos conscientes são aqueles que um indivíduo possui no momento presente, envolvendo experiências cognitivas, sensorio-perceptuais e emocionais. Esses conteúdos também estão relacionados com atenção e memória, por exemplo, apesar da distinção existente entre ambos. Sob a tentativa de adentrar nessas distinções, emerge a noção de Correlatos Neurais de Consciência, ou seja, os mínimos mecanismos neurais responsáveis para que uma percepção consciente se dê. Esses, no entanto, não constituem o fenômeno consciente por si só, algo que aponta para um possível processo de integração informacional concernente ao processamento consciente. Essas e outras evidências oriundas do aspecto integracionista do funcionamento neurológico, como processos mnêmicos, tempo de processamento neural e disfunções orgânicas, demonstram a aplicabilidade da Teoria da Integração da Informação, com seus axiomas fenomenológicos e postulados ontológicos. Eles permitem a aplicação dessa teoria tanto para um sistema geral, a exemplo dos grupos neuronais, quanto para seus elementos, como os neurônios. Finalmente, as conclusões aqui alcançadas podem lançar luz não apenas às doenças onde há lesão no sistema nervoso central, mas também sobre o funcionamento de estruturas onde há alterações no processo de integração de informações, como o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade e o Transtorno do Espectro Autista, além de outras perspectivas pertinentes.

Palavras-chave: Consciência. Correlatos neurais de consciência. Teoria da Integração da Informação. Processamento visual.

ABSTRACT

There are historical issues related to mind-body interactions for which, only recently, with technological advancement, it has been possible to better explore possible answers. In addition, modern imaging techniques have revolutionized the study of cognitive functions and, in turn, the knowledge of how information captured by the senses is perceived, processed, stored and accessed. All this, then, opens space for the interrogation on how the emergence of the conscious experience would happen towards these processes. The main objective of this study is to gather scientific findings that can serve as a basis for understanding the way in which conscious perception is given, based on the so-called Information Integration Theory and on studies of visual perception. The application of this theory is justified because, through its theoretical assumptions, it is possible to reach testable predictions about a conscious experience. In its turn, the choice for the analysis based on the neurophysiology and neuroanatomy of the visual system was due to the greater availability of bibliographies on the subject, as well as due to the similarity between neurons of the visual system of humans and animals, something that facilitates the studies thanks to the greater possibility of comparisons. Thus, it was conducted an exploratory bibliographical research, in the form of a literature narrative review. The articles were searched mainly in databases such as MEDLINE/PubMed, Portal de Periódicos CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SCOPUS, Science Direct and Mendeley, of the Elsevier magazine. According to this panorama, a theoretical framework that led researchers interested in dealing with the unknowns presented by consciousness was the Contrastive Method, which establishes comparisons between conscious and non-conscious processes. Conscious contents are those that an individual possesses in the present moment, involving cognitive, sensory-perceptual and emotional experiences. These contents are also related to attention and memory, for example, despite the distinction between them. In attempting to penetrate these distinctions, the notion of Neural Correlates of Consciousness emerges, that is, the minimum neural mechanisms responsible for a conscious perception to occur. These, however, do not constitute the conscious phenomenon by itself, something that points to a possible process of informational integration concerning conscious processing. These and other evidences from the neurological functioning, such as memory processes, neural processing time and organic dysfunctions, evince the applicability of the Information Integration Theory, with its phenomenological axioms and ontological postulates that allow its application both for a general system, for example of neuronal groups, and for their elements, such as the neurons. Finally, the conclusions reached here may shed light not only on diseases where there is a damage to the central nervous system but also on the functioning of structures where there are changes in the information integration process, such as Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Autistic Spectrum Disorder.

Keywords: Consciousness. Neural correlates of consciousness. Integration Information Theory. Visual processing.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Algumas polaridades amplamente estudadas sobre as correspondências entre fenômenos conscientes e inconscientes.	15
Tabela 2. Relação entre sistemas de memória e variedades de consciência	31
Tabela 3. Classificação de percepção e comportamentos dependentes de atenção endógena que podem ou não originar consciência	34

Lista de Figuras

Figura 1. Composição: mecanismos de ordem superior podem ser compostos por combinações de mecanismos elementares	38
Figura 2. Um mecanismo gera informação integrada somente se ele tiver ambos, causas integradas e efeitos integrados	40
Figura 3. Níveis de ativação cortical em estímulos não treinados e treinados	53

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA: MARCOS TEÓRICOS RELEVANTES	15
2.2	CONSCIÊNCIA: DELIMITAÇÕES TEÓRICAS E CONCEITUAIS	23
2.2.1	Consciência: considerações conceituais	23
2.2.2	Consciência e funções cognitivas correlatas	27
2.2.2.1	Consciência e estímulos sensoriais e motores	28
2.2.2.2	Consciência e memória	30
2.2.2.3	Consciência e atenção	33
2.2.2.4	Consciência e performance	36
2.3	TEORIA DA INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO (IIT)	36
2.3.1	A Teoria da Integração da Informação: pressupostos teóricos	36
2.3.2	Substratos físicos e correlatos neurais de consciência (NCC)	42
2.3.3	A IIT aplicada aos Correlatos Neurais de Consciência	47
2.4	O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA VISUAL	50
2.4.1	Neuroanatomia do processamento visual	51
2.4.2	Neurofisiologia do processamento visual	56
2.5	ZONAS DE CONVERGÊNCIA VISUAIS: EVIDÊNCIAS DA IIT	60
2.5.1	Evidências oriundas da participação mnêmica	61
2.5.2	Evidências em função do tempo de processamento neural	62
2.5.3	Evidências a partir de lesões e disfunções neurológicas	64
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1 INTRODUÇÃO

Carlson (2013) comenta que há questões históricas relacionadas às interações entre mente e corpo e, somente recentemente, com o advento tecnológico, tem sido exequível explorar melhor possíveis respostas para essas questões. Exemplo disso consiste nas demonstrações neuroanatômicas de que determinadas regiões cerebrais possuem relações com certas habilidades funcionais, como o processamento de informações sensoriais e sua associação com estados emocionais (KANDEL, 2014).

Nesse sentido, Kandel (2014) relata a existência de áreas como hipocampo, gânglios basais e amígdala, as quais estão diretamente ligadas com as habilidades funcionais citadas no parágrafo anterior e também com o armazenamento de memória. Ainda de acordo com o referido autor, essas descobertas são relevantes pois permitem a emergência de melhores compreensões acerca do funcionamento cerebral. Consequentemente, também possibilitam identificar regiões específicas possivelmente relacionadas com doenças neurológicas.

Ademais, técnicas modernas de imagem, como Tomografia por Emissão de Pósitrons (*Positron Emission Tomography* - PET) e Ressonância Magnética (*Magnetic Resonance Imaging* - MRI), revolucionaram o estudo das funções cognitivas (KANDEL, 2014) e, por sua vez, o entendimento da maneira pela qual as informações captadas pelos sentidos são percebidas, processadas, armazenadas e acessadas. Tudo isso abre espaço para a interrogação sobre como se daria a emergência da experiência consciente diante desses processos.

Desse modo, o objetivo principal deste trabalho consiste em reunir achados científicos que possam servir de fundamento para a compreensão da maneira pela qual se dá a percepção consciente. Para tanto, utiliza-se como base a chamada Teoria da Integração da Informação (*Information Integration Theory* - IIT), proposta por Tononi (2004), e também os estudos sobre a percepção visual. Segundo Breitmeyer e Ogmen (2006), nas cinco últimas décadas, principalmente, estas pesquisas têm sido marcadas por uma grande acumulação teórica, assim como por desenvolvimentos técnicos e conceituais dramáticos.

Sob tal perspectiva, a aplicação da IIT se justifica porque, através do entendimento de seus pressupostos teóricos, é possível alcançar previsões testáveis sobre uma experiência consciente, uma vez que essa teoria oferece uma nova abordagem do problema que é o relacionamento entre o cérebro e a consciência (TONONI ET AL., 2016a). Já a escolha pela análise a partir do sistema visual, por sua vez, se deu em virtude da maior disponibilidade de bibliografias sobre o tema, tornando-o mais bem compreendido em relação a outras modalidades sensoriais (TSUCHIYA E KOCH, 2016). Não apenas isso, mas também pelo fato de que os neurônios do sistema visual de humanos são bastante similares aos dos sistemas animais, algo que facilita os estudos graças a maior possibilidade de comparações, como dizem Crick e Koch (1990).

Cabe demarcar, no entanto, que a intenção aqui não é explicar como se dá o processamento consciente do sistema visual especificamente, mas sim utilizar estudos a ele referentes para compreender o fenômeno da consciência em geral. Sendo assim, a referência a esse sistema se justifica graças ao aspecto similar entre os mecanismos básicos norteadores da consciência, os quais estariam presentes nos diferentes sistemas sensoriais (CRICK E KOCH, 1990).

Os objetivos específicos, por sua vez, constituem-se por:

- i. Estudar diferentes aspectos do processamento neurológico no sistema visual, como características neuroanatômicas e neurofisiológicas;
- ii. Correlacionar os aspectos neuroanatômicos e neurofisiológicos com a Teoria da Integração da Informação e com os correlatos neurais da consciência;
- iii. Reunir evidências da existência de aspectos integracionistas no processamento neural consciente, a partir da noção de áreas de associação corticais.

Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de cunho exploratório, em forma de revisão narrativa de literatura, nos principais meios científicos disponíveis, como livros e revistas eletrônicas, nacionais e internacionais, no intuito de reunir conteúdos que enriqueçam o presente estudo. Os artigos foram pesquisados principalmente nas bases de dados MEDLINE/PubMed, Portal de Periódicos CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SCOPUS, Science Direct e Mendeley,

da revista Elsevier. Foram utilizadas referências como Christof Koch, Giulio Tononi e outros autores que contribuíram para a literatura neurocientífica.

A escolha pela revisão em forma de narrativa se deu em virtude do grande número de referências disponíveis nos bancos de dados consultados. Ao introduzir, as palavras-chave '*information integration theory and consciousness*' nas buscas avançadas no Portal de Periódicos Capes, por exemplo, 58.331 fontes foram encontradas. Ao refinar os tipos de recursos, com os filtros 'teses', 'artigos de jornal', 'livros' e 'artigos', foram encontradas 54.200 fontes.

Em relação ao refinamento de resultados, com a aplicação dos filtros '*psychology*', '*behavioral and cognitive neuroscience*', '*cognition*', '*consciousness*', foram encontradas 11.519 referências. Ao aplicar o filtro do idioma para 'inglês' e 'português', foram disponibilizadas 11.094 fontes, desde o ano 1910 até 2018. Refinando ainda mais as pesquisas, ao considerar apenas os últimos seis anos, entre 2013 e 2018, foram encontradas 3.001 fontes.

No mesmo periódico, ao introduzir as palavras-chave '*information integration theory and consciousness and neural correlates*', 5.793 fontes foram encontradas. Com refinamento das buscas para 'artigos' e 'artigos de jornal', esse número cai para 5.682. Ao aplicar os filtros '*psychology*', '*behavioral and cognitive neuroscience*', '*cognition*', '*consciousness*', foram encontradas 3.564 referências.

Na base de dados do portal PubMed, ao inserir as palavras-chave '*information integration theory and consciousness*' nas buscas avançadas, com os filtros '*best mesh*', foram encontradas 60 referências. Ainda nesse banco de dados, ao realizar busca por '*information integration theory and consciousness and neural correlates*', apenas 3 fontes foram encontradas.

No Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), ao inserir as palavras-chave '*information integration theory and consciousness*' nas buscas avançadas, 65 fontes foram encontradas. Com o filtro "texto completo disponível" e tipo de texto 'artigo', esse número é reduzido para 46. Ao refinar a busca por assunto principal, com os filtros 'estado de consciência', 'modelos neurológicos', 'teoria da informação', 'conscientização' e 'cognição', foram encontradas 24 fontes.

No Science Direct/ Elsevier, através das palavras-chave '*information integration theory and consciousness*', com filtros '*review articles*', '*research articles*', '*book chapters*', '*book reviews*', '*data articles*', '*discussion*' e '*replication studies*', foram encontradas 17.627 fontes, no período entre 1995 e 2018. Entre 2013 e 2018, com as mesmas classificações, foram encontradas 5.729 fontes. Com as palavras-chave '*information integration theory and consciousness and neural correlates*', foi encontrado um total de 4.410 referências entre 1995 e 2018. Entre 2013 e 2018, esse número é reduzido para 1.440.

As referências utilizadas no presente estudo foram retiradas das bases de dados supracitadas, a maioria delas simultaneamente presentes em mais de um desses periódicos. Desse modo, o critério de escolha para a utilização de algumas fontes em detrimento de outras se deu a partir dos autores mais referenciados nos primeiros artigos analisados cujos temas cabiam no assunto aqui alvitrado. Também foram utilizadas fontes citadas nos artigos encontrados a partir dessas buscas, mas que não necessariamente estão classificadas conforme as palavras-chave anteriormente descritas.

Ademais, caso se optasse por realizar uma revisão sistemática do tema em questão a partir dos bancos de dados supracitados, esse extenso número de fontes encontradas dificultaria a realização do estudo. Do mesmo modo, uma pesquisa de proporções maiores do que a proposta aqui aplicada estenderia o propósito da presente monografia e, possivelmente, tornaria o trabalho inviável, em se tratando do tempo limite para sua finalização. No entanto, essa pesquisa mais tecnicamente estruturada permanece como sugestão para uma possibilidade futura.

Finalmente, a melhor compreensão acerca dos processos psíquicos aqui percorridos, conforme Kandel (2014), é relevante não somente para a apreensão sobre o funcionamento cerebral normal, mas também para o entendimento de ocorrências psicológicas disfuncionais e de doenças neurológicas. De acordo com Tononi et al. (2016a), os estudos que envolvem a IIT abrem a possibilidade para o desenvolvimento de novas ferramentas que permitam acessar a consciência de pacientes que não podem se comunicar, por exemplo.

Além disso, é importante considerar que, de acordo com o Atlas de Neurologia da *World Health Organization* (WHO, 2017), as desordens mentais e neurológicas têm provocado incapacidades físicas, cognitivas e psicossociais em pessoas no mundo todo. Isso é algo que se constitui como um grande desafio para os sistemas públicos de saúde, haja vista a falta de recursos e infraestrutura de alguns, principalmente em países de média e baixa renda. Ainda, as expectativas para as próximas décadas não parecem muito promissoras, já que preveem um aumento exponencial na carga das doenças neurológicas, principalmente as neurodegenerativas e cerebrovasculares (WHO, 2017).

As conclusões aqui alcançadas podem lançar luz não apenas às doenças onde há lesão no sistema nervoso central, mas também sobre o funcionamento de estruturas onde há alterações no processo de integração de informações, como o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e o Transtorno do Espectro Autista (TEA), por exemplo. Isso pois, sob a ótica do Transtorno do Processamento Sensorial (MACHADO ET AL., 2017) ou da Disfunção da Integração Sensorial (MOLLERI ET AL., 2010), impactos no desenvolvimento dessa função podem interferir no desenvolvimento de outras aquisições, como linguagem, motricidade e cognição. Sendo assim, ao considerar as hipóteses sobre as limitações que acontecem no TEA quanto à interconectividade e processamento sensorial (MOLLERI ET AL., 2010; MACHADO ET AL., 2017), por exemplo, a maior compreensão sobre tais processos pode contribuir para a fundamentação de estudos futuros.

De acordo com Moller et al. (2010) e Machado et al. (2017), diagnósticos que perpassam a questão da integração de informações ainda são incomuns. Além disso, eles sequer estavam inclusos em manuais como o Manual de Diagnóstico Estatístico das Doenças Mentais (DSM-IV e DSM-V) e a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10). Desse modo, o conhecimento sobre o funcionamento cognitivo humano sob a ótica da Teoria da Integração da Informação pode contribuir grandemente para que novos tratamentos psiquiátricos e psicoterápicos sejam futuramente desenvolvidos, desembocando em melhor qualidade de vida para as pessoas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender a discussão proposta na presente investigação, assim como a escolha dos assuntos abordados em cada capítulo, faz-se necessária uma breve concepção histórica acerca dos acontecimentos mais importantes que permitiram e sustentaram o desenvolvimento de estudos sobre o tema em questão. Cabe ressaltar que foram aqui inseridos, não em ordem cronológica, os acontecimentos subjetivamente considerados como mais relevantes para a presente pesquisa.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA: MARCOS TEÓRICOS RELEVANTES

Segundo Aru et al. (2012), um marco teórico que conduziu os pesquisadores interessados em estudar sobre as incógnitas apresentadas pela consciência foi a proposição feita por Baars, em 1989, quanto ao ‘Método Contrastivo’. Ele consiste na comparação entre condições conscientes e não-conscientes, assim como entre os diferentes estados de consciência, que podem ser vigília, sono profundo e estados vegetativos.

Sob tal perspectiva, Baars et al. (2003) distinguem de forma polarizada os fenômenos conscientes e inconscientes. Pode-se observar essa distinção na **Tabela 1** a seguir, onde foram exemplificados alguns dos fatores considerados mais relevantes para o presente estudo.

Tabela 1. Algumas polaridades amplamente estudadas sobre as correspondências entre fenômenos conscientes e inconscientes.

Consciente	Inconsciente
Cognição explícita	Cognição implícita
Memória imediata	Memória de longo prazo
Eventos novos, informativos e significantes	Rotina, eventos previsíveis e insignificantes
Memória declarativa (ex.: fatos)	Memória procedural (ex.: habilidades)
Tarefas de esforço	Tarefas espontâneas/automáticas
Lembrar (recordar)	Reconhecimento
Memórias disponíveis	Memórias indisponíveis
Controle estratégico	Controle automático

Itens ensaiados na memória de trabalho	Itens não ensaiados
Vigília e sonhos (excitação cortical)	Sono profundo, coma, sedação (ondas corticais lentas)
Inferências explícitas	Inferências automáticas
Memória episódica (autobiográfica)	Memória semântica (conhecimento conceitual)
Memória auto-noética	Memória noética
Aprendizagem intencional	Aprendizagem não intencional
Visão normal	Visão cega (cegueira cortical)

Fonte: Adaptado de Baars et al. (2003, p. 2). Tradução própria.

Apesar das grandes contribuições do método contrastivo, algumas críticas construtivas foram inseridas no contexto neurocientífico que se preocupa com o tema da consciência. Uma delas é a designada por Block (1995), que afirma haver uma confusão teórica quanto àquilo que se entende como consciência, haja vista existirem diferentes conceitos referentes à mesma. Para ele seria necessário, então, que se delimitasse melhor o assunto.

Aru et al. (2012), por sua vez, apontam para o fato de que o método de Baars ainda carece de especificidades importantes. Segundo eles, isso se dá em razão da necessidade em se diferenciar os processos neurais que realmente indicam a presença da consciência daqueles que estão apenas ligados a ela, de forma direta ou indireta, mas dos quais ela não depende para existir.

Nesse sentido, Chalmers (2000) também insere que deve haver correspondência entre um estímulo e sua representação, ou seja, um conteúdo de consciência deve corresponder com o conteúdo neural do estado consciente no qual o sujeito se encontra no momento da experiência. Ainda, conforme o autor, tais sistemas neurais devem, não apenas corresponder, mas também variar conforme os estados de consciência e suas dimensões como intensidade e níveis de alerta, por exemplo. Tudo isso no intuito de obter maiores potenciais preditivos e explanatórios.

Por isso, Aru et al. (2012) sugerem a separação entre aquilo que se correlaciona a um estado consciente, como atenção, memória e performance, por exemplo, e aquilo que se constitui como uma experiência consciente em si. Desse

modo, convencionou-se que os primeiros serão denominados como Correlatos Neurais da Consciência (*Neural Correlates of Consciousness* – NCC)¹.

De Graaf et al. (2012) também afirmam que tal diferenciação é importante, de forma que os processos relacionados à consciência não sejam agrupados e confundidos com a consciência em si. Em outras palavras, é preciso cuidado para que os NCCs não sejam enleados com aquilo que esses autores denominaram de substrato neural da experiência, ou ‘qualia’, no sentido proposto por Chalmers (1996) de que um processo mental seria consciente no momento em que possuísse aspectos qualitativos.

Assim, para separar os correlatos adotados como pré-requisitos para a consciência (NCC-pr)² dos chamados NCC reais (diretamente relacionados com experiências subjetivas), Aru et al. (2012) sugerem avaliar de forma independente diferentes correlatos neurais. Dentre eles estão inclusos desde expectativa, atenção e adaptação, até memória de trabalho, a serem analisados através da aplicação de variadas condições de estímulos a um mesmo experimento.

A partir daí, compara-se os resultados de processos neurais conscientes e não conscientes em cada condição. Aqueles que não se mantêm iguais, não se constituem NCC reais. Quanto aos correlatos adotados como consequência da consciência (NCC-co)³, os autores sugerem estudos a partir de lesões que podem comprometê-la ou não, algo que permite identificar os processos cognitivos dependentes ou independentes da consciência e vice-versa.

De Graaf e Sack (2014) também apontam para as limitações do método contrastivo de Baars e sugerem aplicações de diferentes paradigmas, os quais podem ser ‘fortes’ e ‘fracos’. Os paradigmas considerados fortes são aqueles nos quais existe a possibilidade de que haja variações de percepção consciente sem que haja mudanças nos parâmetros de estimulação. Os fracos, por sua vez, fazem uso de

¹ Os conceitos de NCC, NCC-pr e NCC-co, serão explicados nas seções posteriores.

² Aru et al. (2012) acreditam que os NCC-pr aparecem antes do NCC real, mas podem permanecer ativos durante o mesmo. Daí a importância em diferenciá-los.

³ Aru et al. (2012) explicam que há estudos que demonstram que os NCC-co podem estar presentes em uma mesma janela de tempo na qual são investigados os NCC. Por isso também é necessário diferenciá-los.

mudanças nesses parâmetros para identificar os conteúdos da consciência. Entretanto, ainda assim há vantagens e desvantagens em cada um deles.

Nesse sentido, De Graaf et al. (2012) apontam os paradigmas experimentais multi-estáveis que são comumente usados para diferenciar os três principais tipos de correlatos neurais. Conforme eles, tais paradigmas em geral propõem que um estímulo constante origina, ao longo do tempo, alternadas experiências conscientes. São exemplos: rivalidade binocular, paradigma de mascaramento e o paradigma da percepção inconsciente, principalmente. Os autores sugerem que esses paradigmas sejam aplicados para visualizar diferenças entre NCC cujo conteúdo é específico ou cujo conteúdo é invariante.

O paradigma da rivalidade binocular consiste, segundo Logothetis e Schall (1990), naquilo que se observa quando padrões diferentes são expostos para os dois olhos de um indivíduo. Há, então, uma instabilidade perceptiva, em que a imagem de um olho se apresenta à percepção anteriormente à imagem do outro, algo que constitui uma espécie de dominância ocular cuja duração é relativamente curta.

Logothetis e Schall (1990) implementaram esse paradigma em seus estudos com macacos condicionados para discriminar a direção de movimentos. Por meio disso, perceberam que os animais demonstraram nistagmo optogenético (um tipo específico de movimento ocular) em concordância com seus julgamentos de direção, assim como acontece com humanos⁴. Assim, os autores buscaram evidenciar que esse instrumento pode ser usado como um indicador confiável do estado de percepção consciente em referência à direção motora, por exemplo, pois determina que o rastreamento dos movimentos oculares pode revelar estados perceptuais.

Esse achado de Logothetis e Schall (1990) foi algo que contribuiu significativamente para os estudos acerca da percepção consciente, principalmente quando outros pesquisadores como Lumer et al. (1998) buscaram cruzar os experimentos baseados nesse paradigma com exames de neuroimagem, como Ressonância Magnética Funcional (*Functional Magnetic Resonance Imaging* -

⁴ Conforme Logothetis e Schall (1989), é justamente a correspondência entre resultados em experimentos em humanos e macacos que permite compreender os julgamentos dos animais como corretos em relação aos movimentos oculares analisados.

fMRI). Concluíram, a partir de então, que a rivalidade binocular estaria relacionada a uma competição interna de processos interpretativos dos estímulos aplicados, para além do sistema visual primário em V1.

Retomando as definições sobre os principais paradigmas utilizados nas pesquisas sobre consciência, o paradigma de mascaramento, então, consiste na redução da visibilidade de um estímulo a partir da sobreposição rápida e simultânea de estímulos secundários, como elucidam Breitmeyer e Ogmen (2006). Segundo os autores, esse tipo de experimento é comumente utilizado em avaliações de processos perceptuais. Ele pode também envolver a mensuração experimental de estágios, como o tempo para que um estímulo possa alcançar a consciência focada, ou o tempo e duração da percepção, entre outros.

Por sua vez, de acordo com De Graaf et al. (2012), o paradigma de percepção inconsciente consiste na apresentação de um estímulo subliminar e na busca por identificar quais processos neurais se conservam, ainda que não haja uma percepção consciente. Conforme os autores, tal paradigma é comumente utilizado no intuito de diferenciar aquilo que se constitui como substrato neural de consciência dos dois outros não-substratos, que são os pré-requisitos e as consequências da mesma.

Dehaene et al. (1998), utilizando os paradigmas supracitados, mascaramento e percepção inconsciente, conjuntamente com exames de fMRI, também demonstraram haver uma análise que ultrapassa os níveis primários do sistema visual na ativação de processos cognitivos, assim como sugeria Lumer et al. (1998). Tais descobertas trazem à tona muitas questões sobre a participação de diferentes regiões corticais no processamento consciente, como inserem Tononi et al. (2016). Dentre essas questões, podem ser citadas, por exemplo, o papel de áreas primárias e áreas visuais de nível superior, ou das redes frontoparietais, assim como os papéis dos córtices anteriores (pré-frontais) versus dos córtices posteriores. Esses itens serão discutidos adiante.

Ademais, estudos como os de Dehaene et al. (1998) ofereceram considerável fundamentação teórica para pesquisas posteriores. Também contribuíram para que se alcançasse hoje as compreensões propostas por Vetter, Sanders e Muckli (2014) e

Edwards et al (2017) quando tratam de assuntos como a atualização de mapas neurais e o feedback entre os diferentes níveis do sistema visual, algo sobre o que será discutido mais adiante.

Não obstante a todos esses experimentos até agora citados, há que se ressaltar que também se faz necessária atenção quanto à diferenciação entre os variados correlatos neurais incidentes sobre o processamento consciente. Desse modo, Lau (2008) aponta para a necessidade de se considerar possíveis interferências de processos correlatos como ‘atenção’ e ‘performance’, por exemplo. Isso se dá pois eles podem confundir os resultados no momento de delimitar o que se constitui como substrato neural em si, assim como será apresentado em capítulos posteriores.

Mais uma consideração acerca das abordagens até então utilizadas, baseadas em estados e conteúdos de consciência, é a crítica proposta por Hohwy (2009). Para ele, elas precisam ser integradas a novos paradigmas experimentais, uma vez que deixam de lado alguns aspectos cruciais relacionados ao tema do processamento consciente.

Então, a partir de proposições de Searle (2005) em sua revisão do livro de Christof Koch, *‘The Quest for Consciousness’*, Hohwy (2009) afirma que, nos paradigmas utilizados pela abordagem metodológica de Koch, como a rivalidade binocular, por exemplo, assume-se implicitamente que o indivíduo já estaria em um estado de consciência geral. Isso impossibilitaria um estudo fidedigno daquilo que se entende por não consciente.

Nesse sentido, sob a égide dos conteúdos de consciência, ou seja, aquilo que diz respeito aos NCCs – onde há um foco no método contrastivo entre percepções conscientes como faces, casas, entre outras; busca-se encontrar a diferença a nível neural entre aquilo que efetivamente consiste em um conteúdo consciente ou não. Porém, segundo Hohwy (2009), tal abordagem não abrange a problemática de que, possivelmente, aquele conteúdo é consciente justamente pelo fato de o sujeito já se encontrar em estado de consciência preexistente.

Desse modo, para ele, a pergunta ideal seria “como, em um cérebro que já está consciente, poderíamos causar esta ou aquela experiência perceptual? ”

(HOHWY, 2009, p. 431). A partir daí, de acordo com o autor, também emergiria o entendimento de que apenas aqueles conteúdos passíveis de serem explicitados podem entrar no hall de conteúdos de consciência.

Tudo isso está intimamente conectado com a sua crítica quanto aos estados de consciência, ou seja, aquilo que concerne aos contrastes entre sono e vigília, por exemplo. Isso pois tais estados estariam relacionados com os requisitos mínimos para que alguém se encontre consciente ou não. Esses requisitos deveriam, ainda, estar fora do âmbito dos correlatos neurais, pois os conteúdos de NCC não fariam diferença significativa no contraste consciente-inconsciente, tendo em vista as considerações do parágrafo anterior.

Para Hohwy (2009), então, há conflitos filosóficos quanto a esse contraste, algo que dificulta sua operacionalização. Segundo o autor, isso acontece pois quanto melhor os conteúdos forem combinados com condições conscientes ou inconscientes, menos se pode ter a certeza de que eles realmente contrastam esses estados, ou se estão apenas contrastando estados de consciência entre si.

Essas avaliações poderiam se configurar como um contraponto ao direcionamento que o presente estudo pretende tomar, direcionamento este que converge com as propostas de Koch. Aparentemente, no entanto, o conceito de consciência utilizado na presente pesquisa e o conceito visualizado por Hohwy (2009) podem não estar em consonância, assim como admite o autor ao dizer que a terminologia nesse campo não é uniforme. Em sequência, Hohwy (2009) conclui que a marca da consciência, conforme a linha teórica acolhida por ele, seria a volição, em detrimento de uma fenomenalidade, como o simples ‘estar consciente’. Sendo assim, sugere uma busca pelos Correlatos Neurais da Volição (NCV), ao invés dos NCCs.

Na contramão desses pressupostos, porém, o próprio autor afirma haverem argumentos contraditórios à tal suposição. Ele explica que, em casos de pacientes em estado vegetativo, por exemplo, entende-se existir uma consciência fenomenológica. Isso ocorre haja vista as respostas cerebrais dadas por esses indivíduos diante de pedidos para que eles imaginem situações. Conforme Hohwy (2009), tais respostas são similares àquelas produzidas por sujeitos saudáveis.

Não obstante, outros casos relacionados ao tema da consciência são observados perante outros distúrbios neurológicos. A guisa de exemplo, é possível que, mesmo em estados de consciência (como na vigília), informações sensoriais adentrem o sistema visual gerando respostas comportamentais cujos estímulos ambientais não perpassam um nível perceptual, atingindo apenas o chamado comportamento pré-consciente, na denominação de Breitmeyer e Ogmen (2006). Carlson (2013) demonstra tal experiência ao analisar o fenômeno denominado ‘Visão Cega’, onde uma pessoa cega é capaz de se orientar no espaço se desviando de objetos apesar de, conscientemente, não os perceber.

De uma forma ou de outra, responder a esses apontamentos ultrapassa o objetivo deste trabalho, mesmo porque, apesar de suas críticas, Hohwy (2009) admite que a perspectiva a ser aqui utilizada ainda é tida como dominante no campo neurocientífico. Ademais, afirma considerá-la consistente caso os estudos estabeleçam simultaneamente como foco tanto os conteúdos como os estados de consciência, algo que autores como Giulio Tononi já buscam fazer, segundo o próprio Hohwy (2009). De qualquer modo, isso novamente aponta para a necessidade em se delimitar aquilo que se toma como consciência dentro de cada abordagem teórico-metodológica, assim como já propunha Block (1995).

Heckhorn et al. (1988) e Gray et al. (1989) também contribuíram para o tema em questão a partir de suas descobertas quanto às oscilações neuronais no córtex visual de gatos, as quais variam de 40 a 60 hertz de frequência. Para os autores, essas oscilações seriam responsáveis pelas sincronizações entre neurônios de diferentes colunas corticais. Isso fundamentou a hipótese de que partes corticais espacialmente separadas poderiam funcionar em sincronia e, possivelmente, estariam de alguma forma relacionadas.

Essas descobertas possibilitaram, ainda, estudos posteriores como os de Crick e Koch (1990). Os pesquisadores sugeriram que as oscilações neuronais, quando semi-sincronizadas, poderiam estar inclusive relacionadas com processos de memória e mecanismos atencionais, ambos também atrelados à questão da consciência.

Finalmente, considerando as críticas e as descobertas até então levantadas, Tononi (2004) propôs que a consciência consiste na capacidade de integrar informações, trazendo, então, o conceito de Teoria da Integração da Informação, com seus axiomas fenomenológicos e postulados ontológicos (TONONI, 2012), ou seja, os pressupostos que definem suas condições de aplicabilidade. Essa teoria é, pois, a base da aposta feita pelo presente estudo para tentar explicar como funciona o processamento consciente, a partir da análise neuroanatômica e neurofisiológica do sistema sensorial visual.

Agora, após compreender, ao menos superficialmente, as principais estratégias e métodos utilizados em pesquisas que abordam o tema da consciência, é possível adentrar mais facilmente no assunto.

2.2 CONSCIÊNCIA: DELIMITAÇÕES TEÓRICAS E CONCEITUAIS

Haun et al. (2017) definem os conteúdos conscientes como aqueles que um indivíduo possui no momento presente, envolvendo experiências cognitivas, sensório-perceptuais e emocionais. Assim, são conteúdos que também estão relacionados com atenção e memória, por exemplo, de acordo com Tononi et al. (2016) e Tsuchiya e Koch (2016). Apesar disso, conforme Boly et al. (2017), eles diferem desses processos.

Ademais, segundo Tononi et al. (2016), existem divergências quanto ao próprio conceito de consciência na literatura científica que se preocupa com esse tema. Sabendo-se de todas essas conjecturas, faz-se necessário discorrer sobre tais distinções no intuito de melhor delimitar conceitualmente o tema enfocado no presente estudo. É, então, sobre essas considerações que se pretende discorrer neste primeiro capítulo.

2.2.1 Consciência: considerações conceituais

De acordo com Baars et al. (2003), muito tem se discutido acerca daquilo que pode ser efetivamente tomado como consciente, ou seja, aquilo que no inglês se apresenta por ‘*awareness*’ ou até ‘*consciousness*’. Segundo eles, autores como

Hermann Ebbinghaus e William James, por exemplo, já se debruçavam sobre essas questões desde muito tempo, cada qual com suas perspectivas.

De início, Baars et al. (2003) propõem algumas considerações. Para eles, os eventos inconscientes se constituiriam naqueles nos quais um reconhecimento da presença de conhecimento fosse possível por um observador, mas que tal conhecimento não pudesse ser voluntariamente reportado, representado ou sequer evitado pelo sujeito observado. Em contrapartida, os eventos conscientes seriam aqueles passíveis de ser reportados e representados, além de serem reconhecidos como conscientes pelo sujeito.

Apesar dessas definições, os autores não ignoram a problemática sobre a possibilidade da existência de alguma espécie de consciência, embora certos conhecimentos não pudessem ser reportados. Também reconhecem a possibilidade de memórias inconscientes interferirem efetivamente em comportamentos e outros processamentos, mesmo que não sejam conscientemente percebidas.

Essas considerações retomam o apontamento feito por Block (1995) quanto às delimitações conceituais. Sabendo-se disso, quando se fala de consciência, torna-se importante delimitar seus tipos, conforme as classificações inseridas na literatura sobre o assunto. O intuito é, pois, de melhor clarificar o tipo de consciência a ser referida nesta pesquisa.

Sendo assim, Block (1995) filosoficamente afirmou a existência de dois tipos de consciência: (1) consciência fenomenal e (2) consciência de acesso. Para ele, a primeira consistiria na experiência em si, ou seja, seria um estado de consciência com propriedades experienciais, como quando alguém vê algo, ouve, ou experiencia percepções, sensações, desejos, pensamentos, entre outros. Ademais, não corresponderia às propriedades cognitivas (como o ato de pensar) e nem intencionais. Já o segundo tipo proposto por Block (1995) consiste na representação do conteúdo de um estado de consciência, a qual é armazenada em forma de memória de trabalho, de acordo com Tsuchiya e Koch (2016).

Block (1995) propõe que ambos os tipos de consciência supracitados se correlacionam. Por isso, o autor considera importante diferenciá-los. Para ele, a

consciência de acesso está diretamente relacionada com os aspectos da experiência que podem ser lembrados e relatados, algo que foge à característica da consciência fenomenal.

Conforme Tsuchiya e Koch (2016), esse assunto está ligado com a Teoria da Integração da Informação (*Information Integration Theory – IIT*). A partir dessa proposição, busca-se compreender as relações entre ambos os tipos citados por Block (1995), principalmente quando há indícios de que a consciência se configura como uma espécie de sintetizador, como concluem Van Boxtel et al. (2010).

Já Tulvin (1985) considerou haver três tipos: (1) consciência autonoética, (2) consciência noética e (3) consciência anoética. A consciência autonoética, ou autoconsciência, seria responsável por oferecer características qualitativas ao ato de relembrar. Isso faz com que ele se diferencie de outros tipos de consciência, como pensar, imaginar, perceber e até sonhar. Já a consciência noética consiste em um estado de ‘estar consciente de algo’, quando da ausência de estímulos sensoriais. Finalmente, a consciência anoética seria responsável por processamentos como registro perceptual, representações internas e respostas comportamentais diante do ambiente, a incluir apenas aquilo que concerne ao momento atual, cujo estímulo está presente.

De Graaf e Sack (2012), por sua vez, indicam quatro tipos principais: (1) consciência de si, (2) consciência de alta ordem, (3) consciência médica, ou consciência de estado, (4) consciência como experiência. De acordo com os autores, o primeiro tipo perpassa o contraste entre o indivíduo e um outro, onde há uma noção de eu/self e até mesmo de personalidade. O segundo, por sua vez, diz respeito ao pensamento, à razão e à reflexão, incluindo-se, ainda, a capacidade de pensar sobre o que se pensa e trazendo a noção de passado, presente e futuro. De Graaf e Sack (2012) acreditam que esse tipo de consciência está possivelmente relacionado com a linguagem.

O terceiro tipo de consciência diz respeito a um estado de ser, diferenciando-se em variados estados conforme as condições de cada um, como há, por exemplo, um estado de consciência no coma, outro sob anestésias e outro diante do uso de

drogas e entorpecentes. Finalmente, o quarto tipo de consciência significa o ‘ter uma experiência’, experienciar algo conscientemente e poder reportar isto. Esse também pode variar em duas formas principais, como sono e vigília. É sobre esse quarto estado de consciência em sua forma de vigília que versará o presente estudo.

Chalmers (2000) também insere as seguintes noções: (1) estar consciente; (2) estado/condição de fundo da consciência; (3) conteúdos de consciência; (4) propriedades fenomenais arbitrárias. Apesar de tomarem uma perspectiva mais filosófica, essas propostas, assim como a citada por De Graaf e Sack (2012), também nortearão o presente estudo, haja vista estarem diretamente relacionadas com a noção de correlatos neurais.

A primeira noção inserida por Chalmers (2000) se refere ao estar consciente ou não, em um sentido geral. Já as condições de fundo dizem respeito a condições como vigília, sono, estados de sonolência, estados hipnóticos, entre outros, em um sentido aparentemente similar ao estado de consciência médica proposto por De Graaf e Sack (2012).

Quanto aos conteúdos de consciência, Chalmers (2000) explica que eles podem ter conteúdos específicos. Esses se constituiriam como os que participam de estados particulares de consciência, como quando um sujeito experiencia algo peculiar em um determinado momento, com cores, sons, odores, entre outros, também específicos. Nesse sentido, pode-se dizer que os estados de consciência são individuados por seus conteúdos específicos.

Nagel (1974), por sua vez, igualmente propunha essa categorização quanto aos conteúdos de consciência, referindo-se às experiências momentâneas, como a visão de cores específicas e a audição de instrumentos musicais. Sua concepção, assim como a noção de estado de consciência proposta por De Graaf e Sack (2012), também está de acordo com os objetivos da presente obra.

Por fim, em relação às propriedades fenomenais arbitrárias, Chalmers (2000, p. 8) explica que “para cada tipo distintivo de experiência consciente, deve haver uma correspondente propriedade fenomenal: em essência, a propriedade de ter uma experiência consciente desse tipo”. Exemplificando, “sentir felicidade intensa é uma

propriedade fenomenal”, assim como “estar consciente é uma propriedade fenomenal”. Então, segundo o autor, essas propriedades são determinadas pelo estado de consciência no qual se encontra o sujeito.

2.2.2 Consciência e funções cognitivas correlatas

Crick e Koch (1990) suscitam mais uma questão inicial importante para todo o desenvolvimento da presente pesquisa: a problemática sobre quando alguém está consciente e onde se localizam no cérebro os chamados Correlatos Neurais da Consciência (*Neural Correlates of Consciousness* - NCC). Definições conceituais prematuras não são realizadas no intuito de não limitar o assunto, mesmo porque a compreensão do tema ainda é modesta. Mas, para dar conta desses questionamentos, os autores propõem haver formas de consciência que estariam sujeitas ao envolvimento de diferentes áreas corticais. Essas formas, por sua vez, podem estar associadas à visão, pensamento, emoção, dor, entre outros aspectos, desde a consciência de si até o que concerne a volição e a intencionalidade. Ainda, Crick e Koch (1990) atribuem-nas diferentes graus de complexidade.

Então, para delimitar aquilo que realmente diz respeito ao fenômeno da consciência, é preciso considerar esses aspectos. Isso implica dizer que sua noção não é equivalente aos processos cognitivos apontados acima e, além disso, que ela pode independe-los. Tononi et al. (2016, p. 398) concluem o mesmo e acrescentam que tal ideia também não estaria condicionada à outras funções cerebrais, como “responsividade a estímulos sensoriais, controle motor, atenção, linguagem, memória, reflexão, quadros espaciais de referência, [noção do] corpo e talvez até mesmo o *self*”, não requerendo, ainda, sequer um processo de introspecção”.

Ao considerar essas informações, para que seja possível distinguir melhor tais funções cognitivas daquilo que se entende como experiência consciente em si, temas como estímulos motores e sensoriais, memória, atenção e performance serão brevemente tratados. Isso pois esses são assuntos importantes no contexto aqui discutido, haja vista sua relação intrínseca com o fenômeno consciente.

Todavia, pormenorizar cada tema desses especificamente ultrapassa os objetivos desta obra. Um entendimento superficial sobre eles é suficiente para evidenciar as distinções supracitadas e para que, mais adiante, seja possível também compreender como eles se relacionam durante uma experiência consciente, a partir da perspectiva da Teoria da Integração da Informação.

2.2.2.1 Consciência e estímulos sensórios e motores

Kosslyn et al. (2001) inserem que a consciência pode independer da presença de estímulos sensórios e motores. Isso pois, quando alguém pensa sobre algo que não está sendo imediatamente apresentado ao aparelho sensorial corporal, áreas corticais sensórias podem ser ativadas de dentro para fora, ainda que hajam certas diferenças quanto a essa ativação quando diante de um estímulo (AMEDI ET AL., 2005).

Um exemplo da situação citada no parágrafo anterior é o sonho, estado durante o qual o sujeito se encontra desconectado do ambiente tanto em se tratando de *inputs* como de *outputs* (SICLARI ET AL. 2017), com seus estímulos musculares limitados (KANDEL, 2014). Nele, todavia, o sistema cortical permanece em atividade de forma similar ao que ocorre na vigília, como mostram exames de Eletroencefalografia (EEG) e de Estimulação Magnética Transcranial (*Transcranial Magnetic Stimulation* - TMS), além de exames de neuroimagem funcional realizados durante o sono REM (*Rapid Eye Movement*) e Não-REM (SICLARI ET AL., 2017).

Ademais, conforme Dresler et al. (2012), há regiões corticotalâmicas relacionadas ao controle voluntário, como o córtex pré-frontal dorsolateral. Essas regiões são desativadas no sono REM normal e reativadas durante sonhos lúcidos⁵, onde o indivíduo consegue controlar seus sonhos voluntariamente.

Outros autores, como Crick e Koch (1990), também apontam para a existência de uma forma de consciência limitada durante o sono REM, haja vista que os sonhos demonstram atributos da mesma. Essa perspectiva mostra não apenas a relação entre consciência e estímulos sensório-motores, mas também que o sono profundo pode se constituir em mais um estado de consciência, como dizem Aru et

⁵ Segundo Dresler et al. (2012), os sonhos lúcidos se distinguem dos sonhos REM comuns pelo fato de, neles, o sujeito saber que está sonhando.

al. (2012). Isso ocorre apesar da existência de certa deficiência quanto a um pensamento reflexivo e quanto a uma metacognição diante da ausência do controle voluntário nos sonos REM comuns (DRESLER ET AL., 2012).

Mais uma evidência sobre a dispensabilidade de estímulos motores e sensoriais são os fenômenos de cegueira onde os pacientes ainda podem imaginar ou sonhar com imagens, quando sua patologia não é congênita, conforme BUCHEL et al. (1998). Os autores observaram que nos casos onde há cegueira tardia, ainda pode haver ativação do córtex visual primário. Considerando-se que aqui a incidência da patologia se encontra a nível ocular ou na via visual anterior, os resultados obtidos por Buchel et al. (1998) evidenciam mais uma vez a possibilidade da existência de experiências ‘visuais’ conscientes ainda que não haja estímulo proveniente dos sentidos, em especial neste caso, da visão.

Além disso, em casos onde há prejuízos a nível cortical, as pessoas ainda podem responder a estímulos que afetam seus processos mentais sem estarem conscientes deles, como ocorre no fenômeno denominado Visão Cega (CARLSON, 2013). Também podem responder aos estímulos mesmo que eles não sejam registrados nas memórias de trabalho ou de longo prazo (CRICK E KOCH, 1990), uma vez que os indivíduos não podem conscientemente vê-los.

Entretanto, cabe uma ressalva: nos casos de Visão Cega, em que os pacientes demonstram comportamentos condizentes com estímulos externos apesar de não os visualizarem conscientemente, parece haver interpretação cortical dos mesmos. Isso insere tal situação sob a ótica da percepção, uma vez que ainda há uma influência sensorial ocular.

Desse modo, compete destacar a seguinte distinção: a consciência que se dá diante daquilo que se pode visualizar mentalmente na ausência da experiência sensorial *versus* a consciência perceptual, foco desta obra. Diferentemente da segunda, a primeira, então, não requereria um certo nível de organização processual, apesar de requerer uma ativação mnêmica ante a ausência da apresentação de um estímulo, assim como demonstrou Kosslyn et al. (2001) em seus estudos com imagens mentais.

Em continuidade à essa tentativa de diferenciação, Amedi et al. (2005), por sua vez, acreditam haver interferência de informações multissensoriais na percepção visual, algo que modificaria a atividade no córtex visual e, consequentemente, a experiência. Já na imagem mental, os autores sugerem haver um funcionamento restrito ao córtex visual, com desativação de outras áreas do cérebro que poderiam atrapalhar a criação da mesma.

Retomando a questão da dispensabilidade da função motora para a consciência, agora em estados de vigília, pacientes acometidos pela Síndrome do Encarceramento, por exemplo, permanecem conscientes, apesar da falta de movimento corporal, de acordo com Schiff (2010). Isso demonstra que esse pode ser um problema relacionado com prejuízos neurológicos motores, sem comprometimento cognitivo em si. Desse modo, percebe-se, novamente, que a consciência não depende necessariamente de circuitos motores.

Pacientes acometidos por Narcolepsia também demonstram as características supracitadas quando, em decorrência de um ataque, permanecem conscientes em relação ao ambiente, apesar de incapazes de se moverem (SIEGEL, 2000). Sendo assim, Tononi et al. (2016) depreendem que a consciência depende menos da interação corpo-ambiente do que daquilo que executam determinadas partes do cérebro.

2.2.2.2 Consciência e memória

Muito se fala sobre a memória e sua importância para o processamento consciente, principalmente quando se trata da memória explícita⁶, ou declarativa. O motivo é que, segundo Cosenza e Guerra (2011), nela há armazenamento de diferentes particularidades das informações recebidas em circuitos localizados em variadas regiões cerebrais. Assim, são estabelecidas redes neurais onde a ativação de um dos circuitos produz a ativação simultânea dos demais.

⁶ Dentro da concepção de memória explícita, ou seja, que pode ser declarada, há memórias transitórias (ou de curta duração) e permanentes (ou de longa duração). A memória operacional, ou de trabalho, por exemplo, consiste em uma subdivisão da memória explícita que se enquadra no âmbito das memórias transitórias (COSENZA E GUERRA, 2011).

Todavia, isso é algo que costuma confundir estudos baseados em exames de neuroimagem, uma vez que, conforme os autores, nesse tipo de memória há participação de regiões corticais bem evidentes. Exemplo são as áreas pré-frontais, as quais costumam estar ativadas durante experimentos onde pode haver interferência mnêmica. Essa discussão será retomada mais adiante.

Apesar dessas interrelações, no entanto, a partir do estudo de Bartsch e Deuschl (2010) com pacientes que sofrem de Síndrome de Amnésia Transiente Global é possível perceber a distinção existente entre consciência e memória. Nesses casos, os indivíduos são acometidos por um início repentino de Amnésia Retrógrada e Anterógrada, com duração de até 24h, e outros possíveis efeitos mais prolongados. Conforme os autores, observa-se redução da memória episódica, assim como de funções cognitivas e de identificação, mas não ocorre perda de consciência e nem de identidade pessoal, pois o comprometimento cognitivo se limita à amnésia.

Tulvin (1985) corrobora essa distinção ao sugerir haver tipos de memória que corresponderiam à diferentes formas de consciência. Nesse sentido, ele assume uma correspondência que pode ser visualizada na **Tabela 2** a seguir.

Tabela 2. Relação entre sistemas de memória e variedades de consciência

Sistema de memória	Consciência
Episódica	Autonoética
Semântica	Noética
Processual	Anoética

Fonte: Adaptado de Tulvin (1985, p. 4). Tradução própria.

Conforme o autor, a memória episódica consiste naquela que é necessária para relembrar eventos passados, estando atrelados a perguntas como ‘quando’ e ‘onde’, segundo Cosenza e Guerra (2011). Ela corresponderia, de acordo com sua classificação, à consciência autonoética, ou autoconsciência, explicada nos itens anteriores. A memória semântica, por sua vez, seria aquela necessária para que o indivíduo possa estabelecer representações simbólicas do mundo. Ela corresponderia, então, à consciência noética.

Finalmente, a memória processual seria aquela que diz respeito aos procedimentos altamente automatizados, ou seja, que está relacionada à maneira como as coisas são feitas e onde se faz uso de habilidades motoras, cognitivas e perceptuais. Ela corresponderia à consciência anoética. Em geral, segundo Tulvin (1985), a memória episódica pode abranger as memórias semântica e processual⁷, porém o inverso não ocorreria.

Apesar da denominação de Tulvin (1985) do estado processual como ‘consciência’, Crick e Koch (1990) sugerem que essa parte da memória seria largamente inconsciente. Possivelmente, por estar fora do foco atencional, conforme propõem Tononi et al. (2016) ao se interrogarem, por exemplo, sobre o que acontece quando alguém está dirigindo por uma rota familiar, onde o foco atencional do motorista pode não estar direcionado para a via, apesar dele demonstrar comportamentos coerentes na direção. Ou, mais provavelmente, por estar no âmbito das memórias implícitas, ou seja, que não são declaradas pelo indivíduo, e conforme as definições de Cosenza e Guerra (2011), são consideradas inconscientes.

Kosslyn et al. (2001) também estabelecem diferenças entre memória e consciência quando falam sobre a formação de imagens mentais⁸. Explicam que essas imagens não se dão sem que haja acesso à memória ou sem que haja também nela um armazenamento de informações sensoriais. Mas, conforme os autores, há algo que ultrapassa tudo isso. Para eles, as imagens mentais podem ser formadas a partir de novas combinações de informações perceptuais já armazenadas. Isso significa dizer que, apesar dos processos mnêmicos estarem intimamente relacionados à consciência em si, eles não são fenômenos idênticos.

Em geral, é importante ressaltar que há diferentes perspectivas diante do assunto, as quais também propõem diferentes abordagens, assim como reconhece

⁷De acordo com Cosenza e Guerra (2011), as memórias semântica e episódica consistem em subdivisões da memória explícita, enquanto a memória processual seria um subgrupo da chamada memória implícita.

⁸Estudos com imagens mentais são relevantes para a presente monografia pois elas possuem paralelos com a percepção, compartilhando mecanismos em comum, ainda que sejam processos diferentes e ainda que haja casos em que este paralelo não se configure, como os casos em que um paciente pode demonstrar problemas quanto a formação de imagem mental, mas consegue reconhecer estímulos perceptuais. Para saber mais, vide Farah (1984).

Tulvin (1985). Apesar disso, para o presente estudo é mais significativa a diferenciação existente entre memória e consciência, algo que parece consensual, do que aquilo que cada abordagem estabelece em si.

2.2.2.3 Consciência e atenção

Há diferenças não apenas quanto à memória, mas também quanto à atenção: para Tsuchiya e Koch (2016) estar consciente e estar seletivamente atento acerca de algo não implicam a mesma coisa. Apesar de muitos estudiosos considerarem serem aspectos intrinsecamente similares, a atenção sequer é observada como suficiente para que haja experiência consciente (VAN BOXTEL ET AL., 2010).

Tsuchiya e Koch (2016) demonstram essa hipótese através de experimentos em que foram rapidamente apresentadas fotografias em uma tela de computador. Neles, os participantes foram capazes de descrever o que viram acuradamente. Van Boxtel et al. (2010) explicam que a duração da imagem remanescente após a apresentação de um estímulo visual é maior quando ele é visualizado conscientemente, em comparação com estímulos captados de forma atencional. No experimento acima, onde a apresentação da imagem durou apenas 30ms, os autores afirmam não haver tempo suficiente para que a atenção de *top-down*⁹ seja aplicada, sugerindo, então, que a imagem foi captada conscientemente.

Van Boxtel et al. (2010) explicam, ainda, que esse tipo de redução atencional não configura necessariamente uma invisibilidade de um objeto. Chegam a tal conclusão a partir de estudos com testes de cegueira de mudança. Neles, demonstra-se rapidamente figuras idênticas, porém com diferenças sutis que podem ou não mudar a sua essência. Nos casos onde as diferenças alteram tal essência, o sujeito pode percebê-las, ainda que a apresentação das imagens seja de curta duração, com tempo insuficiente para uma atenção *top-down*.

Então, ambos os autores criam um esquema, onde se pode visualizar a existência ou não da consciência em percepções e comportamentos que se dão diante

⁹ Ou atenção endógena, voluntariamente controlada, segundo Tsuchiya e Koch (2016). No presente estudo, optou-se por utilizar o termo original em inglês '*top-down*', por ser usual na literatura sobre atenção.

da presença ou ausência da atenção endógena, como demonstrado na **Tabela 3**, a seguir. Nela, depreende-se a possibilidade de haver consciência sem atenção, assim como de haver atenção sem consciência.

Tabela 3. Classificação de percepção e comportamentos dependentes de atenção endógena que podem ou não originar consciência

	Pode ser encontrado sem participação da consciência	Percepção e comportamentos que dão origem à consciência
Atenção <i>top-down</i> não é requerida	Formação de imagens remanescentes; Visão rápida (<120 ms); Comportamentos zumbi	Pop-out; Memória icônica; Essência (ou ponto principal da imagem); Detecção de gênero e de animal em tarefas duais; Reportabilidade parcial
Atenção de <i>top-down</i> é requerida	Priming; Adaptação; Processamento de objetos; Pesquisa visual; Pensamentos	Memória de trabalho; Detecção e discriminação de estímulos inesperados e não familiares; Reportabilidade total

Fonte: Adaptado de Van Boxtel et al. (2010, p. 2). Tradução própria.

Wyart e Tallon-Baudry (2009), por sua vez, corroboram tais resultados, sugerindo haver uma dissociação entre os correlatos neurais da consciência da percepção visual e a atenção espacial, por exemplo. A partir de experimentos com a apresentação de um estímulo de baixo contraste e o registro de sinais magnetoencefalográficos (MEG), os autores concluíram que os participantes discriminavam melhor a orientação do estímulo quando detectavam conscientemente sua presença.

Ainda, os autores afirmam que, nesse caso, a atenção espacial fez com que os julgamentos fossem mais precisos. No entanto, ressaltam que seu papel tem efeito moderado no experimento, haja vista que os resultados das detecções com pistas (setas) e sem pistas sobre a orientação da aparição do estímulo não diferiram significativamente. Isso pois, ao considerar o esforço despendido pelos participantes em ambos os tipos de experimentos, sugere-se haver neles participações atencionais similares.

De Graaf e Sack (2012) também acreditam haver diferenças entre atenção e consciência, apesar de assumirem uma ligação intrínseca entre elas. Os autores explicam que uma alteração na atenção, por exemplo, pode gerar mudanças na percepção consciente. Isso ocorre porque o cérebro utiliza a atenção como uma espécie de filtro para focalizar aspectos mais relevantes do ambiente e ignorar os menos importantes, como inserem Cosenza e Guerra (2011). Assim, Beck et al. (2001) acrescentam que a extensão pela qual um estímulo é processado depende da atenção seletiva, a qual determinará a informação a ser incluída ou excluída no âmbito da consciência perceptual.

As considerações anteriores sobre os tipos de consciência, suas formas – sono e vigília¹⁰; tão como suas distinções quanto aos estímulos sensório-motores, à memória e à atenção, principalmente, são de suma importância para a compreensão desses processos em si, especialmente pelo fato de que não se pode excluir a evidente interação entre todos esses aspectos (BOLY ET AL., 2017). Crick e Koch (1990), por exemplo, já supunham que a consciência estaria ligada à atenção e à memória de curto prazo (ou de trabalho), na medida em que o disparo de neurônios relevantes para ativar a memória se daria por influência de mecanismos atencionais.

Coull e Frith (1998), por sua vez, corroboram as inter-relações entre consciência, memória e atenção tratadas no parágrafo anterior. Para tanto, os autores se baseiam na atividade cortical parietal, a qual ocorreria sob participação da percepção espacial, da memória de trabalho e do processamento atencional, como foi observado em estudos neuropsicológicos, combinados com neuroimagem funcional.

Pesquisadores como Beck et al. (2001) também acreditam haver interações entre atenção seletiva e consciência. Aru et al. (2012), assumem, ainda, que a consciência estaria relacionada com pensamento, intenções e memórias de longo prazo, os quais podem ser concebidos como consequências da mesma.

¹⁰ Aru et al. (2012) citam os estados vegetativos como outra forma de consciência. Entretanto, conforme explicado anteriormente, esses estados dizem respeito ao tipo de consciência denominado de Consciência Médica, segundo De Graaf e Sack (2014). Esse tipo de consciência não se constitui como foco do presente estudo e por isso não será desenvolvido aqui.

2.2.2.4 Consciência e performance

Além das distinções anteriormente citadas, Lau (2008) insere a diferença entre consciência e performance. O autor o faz ao aplicar testes de ‘detecção de escolha forçada’ e tarefas de discriminação a pacientes que sofrem do fenômeno denominado Visão Cega. Neles, ainda que um indivíduo não veja o que lhe é apresentado, ele pode responder acuradamente de 80 a 90% das questões. Assim, ao avaliar o sistema visual nesses casos, Lau (2006) afirma que a consciência não é necessária para que se tenha uma boa performance nas tarefas supracitadas. Isso sugere, ainda, que ela não pode ser definida da mesma forma que um processamento de informações de alta eficácia básica.

Van Boxtel et al. (2010) corroboram tal afirmativa ao afirmar que, apesar das altas performances em determinados experimentos, isso não garante necessariamente a presença da consciência. Por isso, Lau (2008) também sugere que ela não depende de processos de ordem superior. Esse assunto ainda se constitui como um tema controverso na literatura, haja vista existirem autores que acreditam haverem sim relações com áreas corticais responsáveis por processamentos superiores. Mas, essa discussão será tratada mais adiante.

2.3 TEORIA DA INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO (IIT)

Tendo estabelecido as delimitações conceituais necessárias para a compreensão do sentido de consciência a ser utilizado no presente estudo, pode-se agora adentrar no tema da Teoria da Integração da Informação (*Information Integration Theory* - IIT).

2.3.1 A Teoria da Integração da Informação: pressupostos teóricos

De acordo com Tononi et al. (2016a), diferentemente de uma proposta mais tradicional que busca compreender o funcionamento da consciência partindo do cérebro e de como ele daria origem à experiência, a IIT começa a partir das propriedades fenomenais essenciais das experiências, denominadas axiomas fenomenológicos, ou, segundo Oizumi et al. (2014), verdades autoevidenciadas.

Assim, infere-se postulados ontológicos acerca das possíveis características necessárias para a existência dos substratos físicos a eles relacionados.

Conforme Tononi et al. (2016a), axiomas consistem em propriedades essenciais e auto-evidentes, tidas como verdade em quaisquer experiências possíveis. Dentre elas, estão i. existência intrínseca; ii. composição; iii. informação; iv. integração e v. exclusão. Enquanto isso, os postulados são explicados como sendo as propriedades derivadas desses axiomas e que devem corresponder satisfatoriamente a substratos físicos de consciência.

Oizumi et al. (2014) definem os postulados como sendo hipóteses não comprovadas, mas que, ainda assim, servem como base lógica para novas descobertas. Dentre eles, incluem-se ser maximamente i. irredutível; ii. específico; iii. composicional e iv. intrínseco quanto ao poder de causa e efeito, ou seja, quanto à capacidade dos mecanismos de um sistema interferirem em seus estados passados e futuros, ocasionando mudanças e outros possíveis efeitos.

Segundo Tononi (2012), todos esses fatores são importantes, pois podem ser aplicados a um sistema geral e, ainda, para seus elementos. Em sequência, o autor cita o exemplo de que não somente os neurônios, mas também os grupos neuronais podem ser entendidos enquanto possibilidades constituintes da consciência.

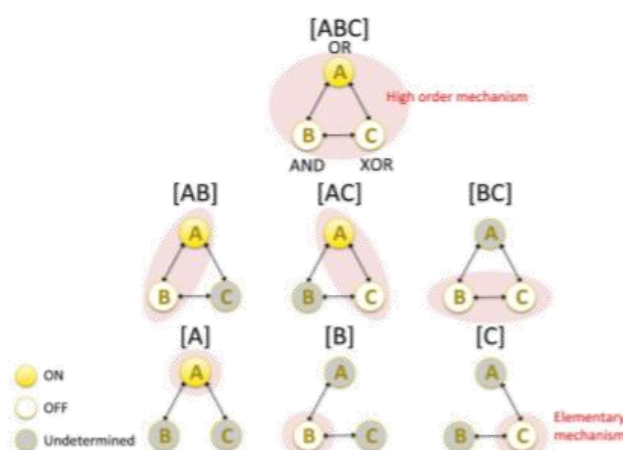
Ao adentrar melhor nessas concepções, Tononi et al. (2016a) explicam que a IIT postula haver um substrato físico da consciência em cada propriedade essencial de uma experiência. Ademais, esse substrato possui um poder intrínseco de causa e efeito, assim como o detêm suas partes. Paralelamente, o primeiro axioma dessa teoria determina que a experiência existe intrinsecamente à perspectiva do indivíduo. Em outras palavras, a evidência de que uma experiência existe para um sujeito é obtida a partir dela própria.

Quanto ao axioma da composição, os autores explicam que, através dele, considera-se uma experiência como sendo estruturada, composta por diferentes partes fenomenais. Tononi et al. (2016a) exemplificam: dentro de uma mesma experiência é possível distinguir diferentes elementos, como cores, localizações espaciais, entre outros.

Com base nisso, a IIT postula que essas considerações também se aplicam aos elementos dos quais se constituem os substratos físicos de consciência. Isso leva à concepção de que cada elemento deve possuir um poder de causa e efeito, individual ou coletivamente entre si, compondo, respectivamente, mecanismos de primeira ordem ou de ordem superior.

Nesse sentido, Oizumi et al. (2014) explicam que cada mecanismo composicional elementar é capaz de produzir mecanismos de ordem superior, conforme variadas combinações. Pode-se visualizar um esboço dessa concepção na **Figura 1**, a seguir.

Figura 1. Composição: mecanismos de ordem superior podem ser compostos por combinações de mecanismos elementares



Fonte: Oizumi et al. (2014, p. 5)

De acordo com a imagem, percebe-se que o conjunto de terceira ordem ‘ABC’ possui três mecanismos elementares ‘A’, ‘B’ e ‘C’. Cada um desses mecanismos também pode se agrupar em conjuntos menos complexos, como os mecanismos de segunda ordem ‘AB’, ‘AC’ e ‘BC’.

O axioma da informação, por sua vez, insere que a experiência é específica e diferenciada dentre as demais, com distinções fenomenais, ou qualia. Desse modo, os conteúdos de consciência podem ser compostos, por exemplo, pela visão de uma cor,

ao invés de outra, ou de um elemento, ao invés de outro. É possível observar um livro azul, e não outro elemento de uma outra cor.

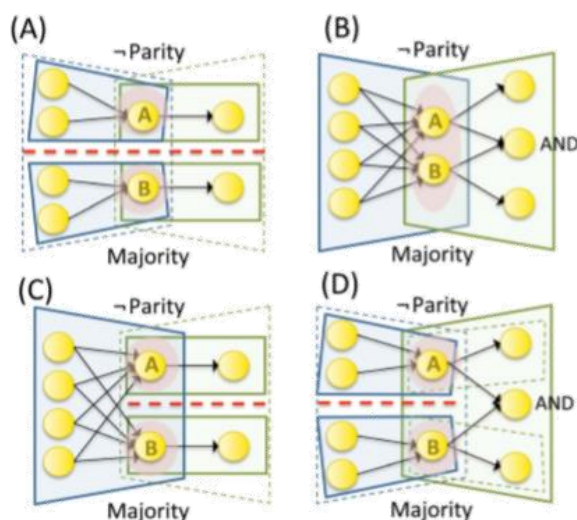
Tononi et al. (2016a) acrescentam que, paralelamente a esse axioma, a IIT postula, então, que um substrato neural de consciência também deve ser composto por características específicas que o diferencie de outros. Para tanto, deve possuir repertórios de causa e efeito cujos mecanismos também precisam ser característicos do sistema em questão.

A respeito do axioma da integração, Tononi et al. (2016a) exprimem que, de acordo com ele, a experiência é unitária. Em outros termos, mesmo que ela seja composta por diferentes elementos, esses elementos são experienciados como um todo, cujas partes não podem ser reduzidas a conjuntos não-interrelacionados entre si. Assim, quando um indivíduo observa uma cena visual, por exemplo, ele absorve a cena de forma holística, não podendo separar individualmente suas partes, sob o risco de obter alterações naquilo que experiencia. Do mesmo modo, a IIT postula que os substratos neurais da consciência devem ser unitários e não podem ser reduzidos a subsistemas não-interdependentes em sua estrutura de causa e efeito.

Finalmente, o axioma da exclusão afirma que a experiência é definida por seu conteúdo e distribuição espaço-temporal. Em outras palavras, ao obter uma experiência, não se tem mais ou menos conteúdo, pois o mesmo já é definido, do mesmo modo como acontece com sua duração em milissegundos, microssegundos ou minutos (TONONI ET AL., 2016a).

Paralelamente a isso, Oizumi et al. (2014) explicam o postulado da exclusão a partir da similaridade de causas e efeitos. Assim, para que um mecanismo possa gerar informações integradas, as causas incidentes sobre seus elementos precisam ser também integradas, tão como os efeitos por ele produzidos. Vide a **Figura 2**, a seguir.

Figura 2. Um mecanismo gera informação integrada somente se ele tiver ambos, causas integradas e efeitos integrados



Fonte: Oizumi et al. (2014, p. 10)

Na figura, (A), (C) e (D) não podem estar sob o postulado da exclusão, pois os elementos A e B podem ser separados (linha tracejada em vermelho) uma vez que possuem causas ou efeitos não integrados. Sendo assim, não podem ser considerados sob a perspectiva de sistemas intrínsecos, haja vista sua possibilidade de repartição sem que isso faça alguma diferença no sistema como um todo.

Além dos axiomas e postulados, Oizumi et al. (2014) inserem também o princípio da identidade à noção de IIT. Para os autores, há uma identidade entre as propriedades fenomenológicas de uma experiência e as propriedades causais de um sistema físico. Isso retoma as considerações de Chalmers (2000), citadas nos primeiros capítulos, sobre a necessidade de que haja uma correspondência entre os fenômenos físicos e psíquicos.

Tais conceitos apontam para a noção de experiência como uma propriedade intrínseca a um complexo (Φ Max) de mecanismos cujos elementos são maximamente integrados, os quais estão em ativação durante um determinado estado, não carecendo, por isto, de um observador externo para existir (OIZUMI ET AL., 2014). Ou, de acordo com Tononi (2012), a experiência consiste na estrutura conceitual de informação maximamente integrada. Tsuchiya e Koch (2016) ainda

acrescentam que, segundo a IIT, quanto maior a integração entre os elementos dos mecanismos, ou seja, quanto maior o complexo (Φ Max), mais rica será a experiência fenomenológica, assim como mais adaptativa será a cooperação do organismo em questão com o ambiente.

Sob essas perspectivas, segundo Oizumi et al. (2014), um ‘mecanismo’ consiste em um sistema e/ou subsistema com funções determinantes dentro de um sistema maior, e cujo papel faz diferença dentro do mesmo, sob a condição causa-efeito. Os autores exemplificam: um neurônio dentro do cérebro pode ser classificado como um mecanismo.

Um ‘complexo’ (Φ Max), por sua vez, ou ‘locus’ da consciência (TONONI, 2012), consiste em um conjunto de elementos que atuam dentro de um mecanismo, gerando uma ‘estrutura conceitual maximamente irreduzível’ (*Maximally Irreducible Conceptual Structure* - MICS) em um estado que corresponde a um máximo local de informações conceituais integradas (OIZUMI ET AL., 2014). Essas informações conceituais dizem respeito à forma pela qual um conjunto de mecanismos irá especificar a probabilidade de causa-efeito, ou de estados passados e futuros, do conjunto ou estrutura conceitual.

A estrutura conceitual MICS nada mais é do que um exemplo de ‘repertório de causa-efeito maximamente irreduzível’ (*Maximally Irreducible Cause-Effect Repertoire* - MICE). O MICE consiste no repertório de causa e efeito de um conceito. É assim denominado haja vista a distribuição de probabilidade (ϕ)¹¹ entre estados passados e futuros que demonstra, conforme o quarto postulado anteriormente citado.

Outra concepção importante a ser delimitada, de acordo com Oizumi et al. (2014), é a noção de ‘conceito’ (ϕ Max) dentro da IIT, que corresponde à função causal irreduzível. Explicando melhor, o conceito expressa um conjunto de elementos de um sistema e o repertório causa-efeito maximamente irreduzível, ou integrado, que

¹¹ Integração da informação (Φ) ou irreduzibilidade (ϕ): informação que é gerada por um mecanismo e que não pode ser reduzida à informação gerada por suas partes (mínimas). Φ ou ϕ (letra grega Phi, maiúscula ou minúscula, respectivamente) medem a integração da informação e a irreduzibilidade de mecanismos (integração a nível de mecanismos). (OIZUMI ET AL., 2014)

ele especifica. Ele produz, assim, um valor associado das informações integradas, demonstrando, então, um papel causal de um mecanismo dentro de um complexo.

Nesse sentido, há que se compreender a chamada ‘informação conceitual’ (*Conceptual Information* - CI), que quantifica os diferentes conceitos gerados por um sistema de elementos. Essa informação conceitual pode estar integrada (Φ). Quando ela está maximamente integrada em um local, origina um complexo (Φ_{Max}). Quando a informação conceitual é integrada ao nível dos sistemas, passa a ser denominada como ‘constelação’ de conceitos.

A compreensão dessas noções será de suma importância para que se entenda, mais adiante, a relação a ser traçada entre a IIT e os Correlatos Neurais de Consciência, os quais serão descritos no item a seguir.

2.3.2 Substratos físicos e correlatos neurais de consciência (NCC)

A pesquisa sobre os correlatos neurais foi grandemente impulsionada pelos adventos tecnológicos cada vez mais sofisticados aplicados à área, como neuroimagem, estimulação cerebral não invasiva, avanços em ressonância magnética funcional (fMRI), eletro ou magnetoencefalografia (EEG ou MEG), entre outros (DE GRAAF E SACK, 2014). Ainda assim, a dificuldade em diferenciar o que se configura como correlato neural em si é grande, haja vista as limitações metodológicas que impedem uma interpretação efetivamente fidedigna dos resultados. Pitts et al. (2014) retratam essa problemática ao apontarem para a questão sobre os processamentos neurais que podem realmente ser considerados como correlatos e os que estariam mais diretamente relacionados à processamentos como atenção ou ao ato subjetivo de reportar uma experiência consciente, por exemplo.

Para realizar tal diferenciação, novos métodos mais efetivos precisam ser desenvolvidos, segundo os autores. Exemplo é o chamado ‘paradigma sem relato’, explicado por Koch et al. (2016) como aquele no qual experimentos com e sem relatos explícitos, assim como medidas fisiológicas indiretas, são conjuntamente utilizados em uma análise, com o intuito de identificar o que o indivíduo está

percebendo. Apesar desse panorama, alguns desenvolvimentos têm sido importantes quanto aos correlatos neurais do sistema visual.

Dentro desse cenário, de acordo com Crick e Koch (1990), para compreender o processamento consciente é preciso, ainda, considerar um pressuposto hipotético: diferentes aspectos da consciência seguiriam mecanismos básicos similares. Por isso, para eles a consciência corresponderia a um tipo de atividade que perpassa transitoriamente por conjuntos neuronais. Esses, por sua vez, seriam subgrupos de outros conjuntos maiores de participantes neurais.

Aru et al. (2012) designam tais agrupamentos como Correlatos Neurais da Consciência (*Neural Correlates of Consciousness* - NCC), que são os mínimos mecanismos neurais responsáveis para que uma percepção consciente se dê. Do mesmo modo, definiu Chalmers (2000, p. 22) “um NCC é um sistema neural mínimo N, tal que há um mapeamento dos estados de N para estados de consciência, onde um dado estado de N é suficiente, sob condições C, para o estado de consciência correspondente”.

Dentre os NCCs, encontram-se, ainda, os chamados correlatos neurais específicos de conteúdo, que englobam desde cores, faces, locais, pensamentos, entre outros; e que, conjuntamente, compõem os NCC totais, os quais são denominados por De Graaf e Sack (2014) como ‘substratos neurais’. Chalmers (2000) explica que estes NCCs de conteúdo específico são assim chamados pois ocorrem durante estados específicos de consciência nos quais um indivíduo se encontra em um dado momento também específico.

Conforme esses processos neurais estão direta ou indiretamente relacionados com os conteúdos da consciência, podem ser classificados como ‘pré-requisitos’ (NCCpr) e ‘consequências’ (NCCco) da mesma (ARU ET AL., 2012; DE GRAAF ET AL., 2012). Nesse sentido, Pitts et al. (2014) sugerem as terminologias ‘pré-consciente’ e ‘pós-perceptual’ no lugar daquelas inseridas por Aru et al. (2012), pois as consideram mais específicas, uma vez que a classificação NCCpr e NCCco podem ser muito generalistas ou restritas, respectivamente.

Segundo os autores, a terminologia NCCpr pode abranger processos anteriores à experiência, mas que não poderiam ser incluídos no âmbito dos correlatos, como por exemplo o processamento na retina. Então, o termo ‘pré-consciente’ se constituiria de forma circunscrita às atividades corticais e corticotalâmicas, que sucedem a ativação de ‘*feedforward*’ (uma espécie de retroalimentação por antecipação, ou predição) do córtex sensorial primário. Do mesmo modo, os NCCco se refeririam aos processos que necessariamente se sucedem à experiência consciente, enquanto a terminologia ‘pós-perceptual’ poderia incluir as ocorrências que ocorrem mesmo na ausência da experiência consciente.

Além dos processamentos que precedem ou sucedem as experiências, também é preciso determinar aqueles denominados como ‘condições de fundo’, na medida em que modulam os NCCs de forma indireta (KOCH ET AL., 2016). De Graaf et al. (2012) comentam ser importante diferenciar esses componentes para melhor delimitar o que realmente faz parte da consciência. Isso pois as mudanças na experiência consciente muitas vezes podem ser confundidas com variações nas condições de estimulações.

Os NCCpr consistem nos eventos cerebrais que são necessários, mas não suficientes, para a ocorrência de uma experiência consciente (DE GRAAF E SACK, 2014). Aru et al. (2012) explicam: os NCCpr são aqueles que ocorrem aleatoriamente no intervalo anterior ao estímulo, precedendo uma experiência por si mesma. Eles corresponderiam à fase de oscilação α (10Hz).

Há diferentes oscilações no córtex, como as oscilações alfa (α) e teta (θ), relacionadas ao hipotálamo, e até as oscilações gama (γ)¹², atreladas aos córtex olfatórios e visuais de mamíferos (CRICK E KOCH, 1990). Elas consistem em flutuações derivadas das atividades cerebrais em andamento e são importantes para o estudo de estados conscientes e não conscientes principalmente pelo fato de indicarem uma sincronicidade neuronal e estarem, ainda, ligadas à atenção e a outros processos, como o viés de decisão, segundo Wyart e Tallon-Baudry (2009). Essas oscilações cerebrais serão melhor explicadas mais adiante.

¹² Wyart e Tallon-Baudry (2009) explicam que apesar das frequências de γ serem maiores em comparação com as de α , ambos podem ser vistos em regiões corticais similares, como em algumas áreas occipitais.

Os NCCco, por sua vez, aparecem simultaneamente ou quando o NCC já esteve presente, não sendo, portanto, correlatos diretos da consciência. Aru et al. (2012) explicam que eles são uma consequência lógica do contraste entre experimentos decorrentes de processos conscientes e inconscientes. Assim, processos que refletem a consolidação da memória, ou diferentes performances¹³ em testes, por exemplo, não se constituem NCC reais, e sim NCCco, apesar de intimamente ligados às experiências subjetivas.

Cabe, aqui, uma ressalva sobre o cuidado que se deve tomar quanto a interpretação de dados oriundos da simples comparação de áreas cerebrais que apontariam para a participação ou não da consciência. Isso pois essas áreas podem pertencer às diferenças nas performances, e não à consciência em si, como sugerem os estudos de Lau (2008). Por isso, ao investigar os NCCs, é importante que haja um controle da variável da performance, aos moldes do que foi sugerido no início do referencial teórico quanto às avaliações individuais de correlatos neurais aplicadas a um mesmo experimento.

Ainda, de acordo com Chalmers (2000), os correlatos neurais de ‘condições de fundo’ da consciência dizem respeito aos sistemas neuroquímicos que se correlacionam com os estados de um sujeito quando está acordado, dormindo, entre outros. Isso ocorreria por meio de mudanças na excitabilidade dos conteúdos específicos de NCC de uma forma dependente da tarefa (ARU ET AL., 2012) concomitantemente à experiência. Em outras palavras, mantendo-se essas condições estáveis (nível de excitação e entrada sensorial, por exemplo), é possível obter informações sobre os substratos físicos da consciência através da manipulação artificial de um ou mais neurônios (conteúdos específicos de NCC), usando estimulação optogenética¹⁴, por exemplo, e registrando a decorrente atividade de disparo de uma população neuronal (TONONI ET AL., 2016a).

De Graaf e Sack (2014), Koch et al. (2016) e Boly et al. (2017) explicam que dentre as ‘condições de fundo’ estão inclusos os níveis sanguíneos de glicose e

¹³ As performances aumentam quando o indivíduo está consciente do estímulo aplicado (LAU, 2008).

¹⁴ A estimulação optogenética consiste em uma técnica que permite o controle de neurônios geneticamente modificados por meio de estimulações ópticas, a partir da combinação tecnológica dos campos da óptica, genética e bioengenharia (DEISSEROTH ET AL., 2006).

oxigênio, a ativação de sistemas neuronais colinérgicos e noradrenérgicos, circuitos talamocorticais, processamento da atenção seletiva, memória de trabalho e expectativa, entre outros. Esses fatores são, portanto, muito importantes para o processamento consciente normal.

Nesse sentido, Posner et al. (2007) demonstram, por exemplo, que decréscimos nos níveis de oxigenação e na circulação sanguínea cerebral podem estar relacionadas com confusões mentais (respostas incoerentes ao ambiente) e letargia. Cabe ressaltar, no entanto, que discorrer sobre esses aspectos de forma mais aprofundada ultrapassa o objetivo desta investigação. Desse modo, tais componentes não serão retomados no decorrer desta obra.

Voltando à questão dos correlatos neurais, De Graaf e Sack (2012) inserem, dentro da classificação de NCC, a existência de correlatos que são invariáveis de conteúdo e outros que são específicos do conteúdo. Os primeiros podem co-ocorrer com experiências conscientes em geral. Os outros, por sua vez, apenas ocorrem em experiências conscientes particulares (conteúdos específicos), o que torna sua identificação mais difícil.

Sob essa perspectiva, Boly et al. (2017) explicam que os conteúdos específicos da experiência podem ser identificados conforme estímulos sensoriais são induzidos, ou diante de sonhos ou imaginação, onde são especificados os NCCs corticais. Entretanto, Tsuchiya et al. (2015) afirmam que algumas dessas atividades encontradas nos caminhos sensoriais são provavelmente necessárias para que se possa reportar o conteúdo da consciência, mas não para experienciá-las.

Finalmente, quanto aos substratos físicos, ou substratos neurais, De Graaf et al. (2012) explicam que eles são concernentes à consciência em si. Chalmers (1996), por sua vez, classifica-os como ‘qualia’, na medida em que, para o autor, esses processos mentais entrariam no âmbito da consciência em virtude de seus aspectos qualitativos. Os substratos físicos que correspondem à consciência também são denominados como NCC totais, ou NCC reais.

2.3.3 A IIT aplicada aos Correlatos Neurais de Consciência

Tononi et al. (2016a) explicam ser a partir da IIT que se torna possível traçar considerações importantes sobre o funcionamento do processamento consciente em relação com o corpo físico, biológico. Nesse sentido, a IIT aplicada aos correlatos neurais de consciência, assim como ao seu substrato, permite ultrapassar as limitações das evidências experimentais.

As pesquisas ainda não puderam determinar onde exatamente se localizam os NCCs, se eles envolvem populações neuronais ou neurônios específicos, quais aspectos concernentes às suas atividades são mais relevantes e sequer se a anatomia do substrato neural de consciência é fixa ou capaz de se expandir, de se mover e de se encolher. Mas, conforme Tononi et al. (2016a), a IIT permite prever certas condições dos correlatos e dos substratos neurais. Desse modo, apesar da dificuldade em realizar testagem dessas previsões, os autores não consideram a tentativa como algo impossível.

Assim, é a partir da IIT que se pode entender os NCCs totais como correspondendo aos elementos neurais que são denominados como substratos físicos de consciência. Isso pois, segundo Tononi et al. (2016a), dessa teoria emerge o princípio que permite identificar o substrato físico da consciência no cérebro. De acordo com tal princípio, o substrato físico da consciência “[...] deve corresponder a um complexo de elementos neurais com poder de causa-efeito intrínseco máximo” (TONONI ET AL., 2016a, p. 4). Não obstante, através dessa teoria também é possível afirmar que os NCCs específicos de conteúdo irão corresponder a um estado de experiência particular, singularizando um conteúdo peculiar, assim como foi explicado no item anterior.

Nesse sentido, ao considerar o princípio da identidade, inserido por Chalmers (2000) e por Oizumi et al. (2014), sob a ótica da Teoria da Integração da Informação, entende-se que para cada propriedade fenomenológica há um substrato físico. Em outras palavras, para cada experiência consciente há elementos neurais correspondentes. Assim, Aru et al. (2012) afirmam que os correlatos neurais de consciência (*Neural Correlates of Consciousness* - NCC) e os substratos físicos de

consciência (*Physical Substrates of Consciousness* - PSC), na classificação de Tononi et al. (2016a), constituem-se como elementos neurais originadores da experiência consciente.

Oizumi et al. (2014) traçam, então, alguns paralelos entre os postulados teóricos da IIT e os substratos neurais. Um deles é que os neurônios constituem mecanismos, haja vista possuírem papel determinante dentro do sistema do cérebro. Outro é que, ao considerar as sinapses, apenas um conjunto delas pode ser causa do disparo de um neurônio. Ademais, essa causa única deve ser aquela que for maximamente irreduzível, ou seja, deve fazer a maior diferença, para além de sua divisão em partes. Isso parece estar de acordo com a definição proposta por Chalmers (2000) e por Aru et al. (2012) acerca dos próprios NCCs, ou seja, dos mecanismos mínimos necessários para que uma experiência se dê.

Mais uma aplicação teórica ao nível dos substratos físicos proposta por Oizumi et al. (2014) se dá em relação aos conceitos. Segundo os autores, ainda aqueles que são invariantes, como ‘cadeira’ e ‘maçã’, por exemplo, refletem apenas um conceito central, haja vista excluírem detalhes acidentais que variam entre determinadas maçãs, ou entre determinadas cadeiras. No âmbito da circuitaria neural, então, o repertório causa-efeito maximamente irreduzível (MICE) dos neurônios que representam tais conceitos também deve ser restrito às suas causas e efeitos centrais.

Através da aplicação da IIT, Tononi et al. (2016a) inserem, ainda, algumas considerações. Elas dizem respeito aos elementos do PSC, à escala de tempo necessária para que a consciência se dê, ao estado dos elementos que são importantes para a consciência e à constituição do PSC.

Quanto aos elementos do PSC, ao analisarem as interações causais entre sistemas complexos, Hoel, Albantakis e Tononi (2013) demonstraram casos diferentes do habitual no âmbito científico¹⁵. Segundo eles, há situações nas quais sistemas de microelementos semelhantes a neurônios evidenciam menor poder de causa-efeito quando ao nível micro em comparação com aqueles de nível macro de

¹⁵ Hoel, Albantakis e Tononi (2013) explicam que na ciência é comum a assunção de que para melhor compreender o funcionamento de um sistema complexo é preciso caracterizar detalhadamente seus mecanismos causais, algo que é conveniente pensar em muitos dos casos.

grupos neuronais. Os autores chegaram nessa conclusão ao utilizar a chamada informação efetiva (*Effective Information* - EI), a qual não considera apenas a completude de um sistema em virtude de seu maior detalhamento, algo que levaria a crer que os microssistemas teriam um repertório de causa-efeito maior. A EI considera também a efetividade dos mecanismos do sistema em análise, assim como o tamanho do seu espaço em determinado estado. Desse modo, demonstrou-se que a EI aumenta conforme os mecanismos restringem os possíveis estados passados e futuros do sistema.

Para realizar avaliações do poder desses repertórios de causa-efeito em grupos neuronais, Tononi et al. (2016a) propõem, de início, a análise de neurônios individuais. Assim exemplificam que, quando um neurônio dispara, seu repertório de causa será a distribuição de probabilidade dos estados de rede causadores de sua explosão (exemplo é o disparo de padrões de seus neurônios aferentes dentro dos 100 ms anteriores ao disparo do neurônio em análise). O mesmo é feito com os estados futuros, decorrentes do disparo dos picos deste neurônio, no intuito de determinar o repertório de efeitos.

Segundo Tononi et al. (2016a), é possível realizar os procedimentos supracitados experimentalmente. Para tanto, deve-se estimular optogeneticamente um ou mais neurônios, ao mesmo tempo em que se registra a atividade de uma população de neurônios. Esse experimento deve ser realizado mantendo-se as condições de fundo constantes, como por exemplo, o nível de excitação e entrada sensorial. Posteriormente, é preciso testar a irredutibilidade dos repertórios, por meio da aplicação de disparos em níveis aleatórios. Isso geraria uma partição da rede, que apontaria para o subconjunto de conexões de entrada e de saída que estaria fazendo a diferença maximamente irredutível na rede.

Tononi et al. (2016a) sugerem também que esse procedimento seja repetido para os mecanismos de ordem superior, com dois, três ou mais neurônios, haja vista que as combinações também podem ter repertórios de causa-efeito irredutíveis. Esses mecanismos estão de acordo com o postulado da exclusão, proposto pela IIT, e a partir dele é possível estimar os repertórios de causa-efeito maximamente irredutíveis (*Maximally Irreducible Cause-Effect Repertoire* - MICE) dos neurônios.

Em relação à escala de tempo de atividade neuronal necessária para a ocorrência da consciência, Tononi et al. (2016a) explicam que mais uma vez a IIT oferece possibilidades de previsões importantes. De acordo com a teoria, esse intervalo de tempo deve ser aquele que faz mais diferença para o sistema, segundo sua perspectiva intrínseca. Então, os autores afirmam que, novamente, dependendo dos mecanismos específicos de um sistema, alguns macrossistemas, aqui os chamados ‘segmentos macro temporais’, demonstram um poder de causa-efeito maior quando comparados com ‘segmentos mais finos e mais grossos’. Ainda, essa escala de tempo que foi identificada como dotada do máximo poder de causa-efeito nas regiões cerebrais relevantes deve também estar consistente com as estimativas da escala de tempo da experiência (POPPEL, 1988 *apud* TONONI ET AL., 2016a).

Finalmente, quanto ao estado dos elementos, Tononi et al. (2016a) inserem que mudanças em quaisquer estados das variáveis neurobiológicas muito provavelmente irão provocar efeitos em algum lugar do cérebro. No entanto, de acordo com a IIT, são relevantes apenas aquelas variações que possuem um repertório de causa-efeito com máximo poder no próprio sistema.

Em geral, para o estabelecimento de todas essas colocações, considera-se que os mecanismos neurais seguem os mesmos princípios teóricos propostos pela Teoria da Integração da Informação. Desse modo, apesar de todas as limitações metodológicas ainda existentes, busca-se determinar os substratos físicos da consciência na tentativa de melhor compreendê-la. Sendo assim, ao analisar os mecanismos da consciência a partir do sistema visual a seguir, aqui inserido como forma de fundamentar a aplicabilidade da IIT, é possível perceber o fenômeno integrativo por ela proposto.

2.4 O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA VISUAL

Para melhor compreender a aplicabilidade da Teoria da Integração da Informação aos correlatos neurais da consciência, no intuito de explicar a experiência consciente, faz-se aqui uso dos mecanismos neurais observados no sistema visual. Desse modo, torna-se importante discorrer brevemente acerca das principais estruturas neuroanatômicas e neurofisiológicas envolvidas nesse processamento.

2.4.1 Neuroanatomia do processamento visual

O processamento visual acontece por intermédio de áreas visuais do neocortex que estão hierarquicamente organizadas, com projeções que vão da retina para o núcleo geniculado lateral (NGL) do tálamo, passando pelo colículo superior até o córtex occipital, onde está localizada a área visual primária V1 (CRICK E KOCH, 1990; KANDEL, 2014a). Nessa região, os neurônios são responsáveis por recursos simples.

A partir de então, a informação sensorial visual é transmitida para áreas visuais de ordem superior, como as áreas de processamento visual superiores (V2, V3, V4) e as áreas de processamento motor (MT), onde são processados recursos mais complexos, como aspectos faciais, por exemplo (CRICK E KOCH, 1990; VETTER, SANDERS E MUCKLI, 2014; EDWARDS et al., 2017). É também possível que as informações sejam transferidas retroativamente (CRICK E KOCH, 1990) de áreas corticais superiores, como V3, para áreas inferiores, como V2 e V1 (TSE ET AL., 2005; EDWARDS ET AL., 2017), numa espécie de feedback.

Nesse sentido, para Crick e Koch (1990), haveriam Zonas de Convergência visuais, ou áreas de associação corticais, que seriam neurônios ou subgrupos neuronais que estabelecem projeções de retroalimentação, transmitindo informações de retorno de áreas simples, como V2, para áreas menos complexas, como V1. Assim, Damasio et al. (1985), citados por Crick e Koch (1990), sugerem que essas zonas coordenam a sincronia das atividades de variadas áreas corticais.

De acordo com Aru et al. (2012), no entanto, a atividade em V1 não é indispensável para que a percepção consciente se dê, não se constituindo assim um NCC real, mas sim um NCC-pr. Corroborando tal concepção, Ffytche e Zeiki (2011) demonstram, por exemplo, que pacientes com lesões em V1 são capazes de manter suas experiências visuais, independentemente de projeções de feedback para essa região. Demonstraram isso ao avaliarem três pacientes hemianópicos (cegueira para metade do campo visual) com lesão no córtex visual que, ainda assim, encontravam-se conscientes e eram capazes de discriminar estímulos visuais apresentados ao seu campo cego.

Silvanto e Rees (2011), por sua vez, evidenciam que a consciência visual pode ser recuperada após uma lesão em V1, como em casos de pacientes que sofreram Acidente Vascular Cerebral (AVC) e que recuperaram a consciência visual após programas de reabilitação. Esses achados, assim como os de Ffytche e Zeiki (2011), também sugerem que o feedback das áreas visuais superiores para V1 não é algo totalmente indispensável para a percepção consciente em determinados casos.

Do mesmo modo, Tse et al. (2005) demonstram que áreas V1 sozinhas não mantêm a consciência de um estímulo. Entretanto, os autores fazem uma ressalva: discrepâncias nos resultados de seus estudos e de outros revelam que ainda há contradição quanto à participação de V1 na consciência visual. Mas, acreditam que tal ocorrência decorra da incidência de fenômenos como o da supressão interocular, haja vista se tratar de experimentos baseados na rivalidade binocular.

De Graaf e Sack (2014) apontam, ainda, evidências de que, para além das áreas mais precoces do córtex visual (V1, V2 e V3), algumas regiões dos córtices extraestriado visual e temporal também estão relacionadas com a consciência visual. De acordo com eles, não apenas essas regiões, mas também áreas do córtex parietal e frontal, por exemplo.

Nessa lógica, é importante ressaltar a existência de discussões acadêmicas como as apontadas por Aru et al. (2012), inseridas no segundo capítulo desta monografia, quanto à participação de diferentes regiões corticais no processamento visual consciente. Segundo os autores, há estudos que demonstram que a percepção consciente pode estar associada com a atividade de áreas sensoriais, como V1 e V2 anteriormente citadas. Enquanto isso, há outros que confirmam haver envolvimento de áreas não-sensoriais superiores, como, por exemplo, o córtex pré-frontal. Wyart e Tallon-Baudry (2009), por sua vez, também inserem a existência de autores que supõem haver participação de regiões frontoparietais.

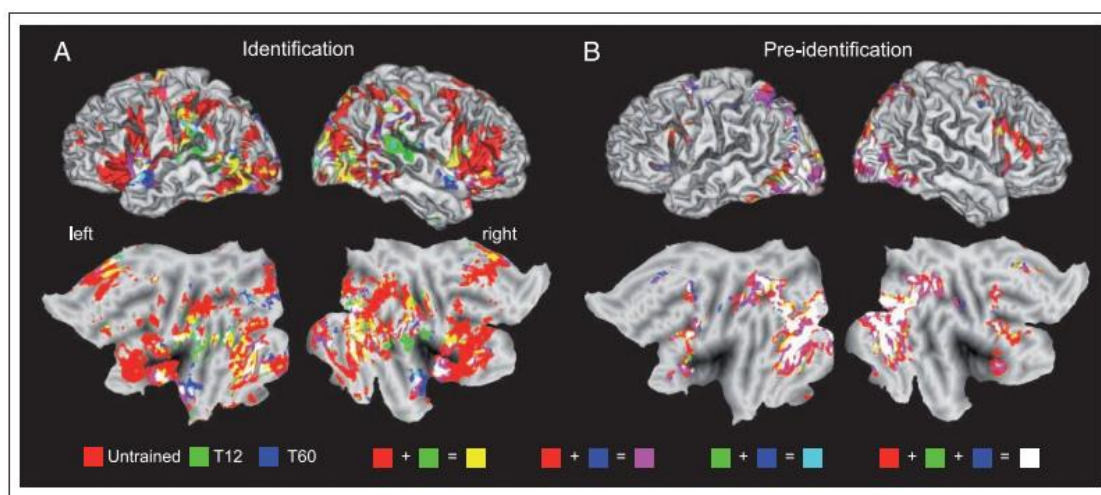
Na contramão das hipóteses supracitadas, as quais presumem envolvimento de áreas corticais não-sensoriais superiores nos processos de percepção visual consciente, estudos que medem as atividades corticais em experimentos onde os participantes não precisam reportar suas experiências não encontraram diferenças no

córtex pré-frontal, por exemplo, ao comparar estímulos conscientes e não-conscientes. Nesse caso, segundo Tse et al. (2005), apenas são identificadas atividades nas áreas corticais visuais no sentido de V1 e V2.

Além disso, Goldberg et al. (2006) demonstraram não haver ativação no córtex pré-frontal durante experimentos onde os sujeitos participam de testes de categorização perceptuais¹⁶, ainda que eles estejam conscientes das mudanças auditivas e visuais incidentes. Isso sugere que a atividade pré-frontal estaria em consonância com a noção de NCC-co, e não com a ideia de NCC real.

Outros estudos indicam, ainda, que a atividade em questão esteja atrelada à concepção de NCC-pr, dado que o acoplamento entre essa área e as áreas occipitais diminuíram após um teste de identificação. Nele, a atividade no córtex pré-frontal foi reduzida diante de estímulos previamente apresentados (ERIKSSON ET AL., 2008). Vide a **Figura 3** a seguir.

Figura 3. Níveis de ativação cortical em estímulos não treinados e treinados



Fonte: Eriksson et al. (2008, p. 1780).

Na **Figura 3**, os estímulos T12 constituem aqueles que foram visualizados 12 vezes, enquanto os T60 consistem naqueles que foram visualizados 60 vezes, representando uma pré-identificação durante o experimento. Os estímulos não-

¹⁶ Classificando imagens de animais e não animais, assim como sons de trombetas e não trombetas. (GOLDBERG ET AL., 2006).

treinados, em vermelho, por sua vez, são aqueles que foram apresentados aos participantes pela primeira vez. Assim, conforme os autores, percebe-se redução das atividades T12 e T60, em comparação com as atividades de estímulos não-treinados, principalmente em regiões frontais.

Segundo Eriksson et al. (2008), conclui-se, a partir disso, que a interação entre o córtex pré-frontal e as regiões sensoriais visuais diminui em função da facilidade de identificação. Isso insinua que a ativação pré-frontal pode estar relacionada com o reconhecimento consciente, mas não com a percepção em si.

De uma forma ou de outra, Aru et al. (2012) supõem, a partir desses achados, que a menor atividade no pré-frontal identificada nos mesmos pode ser explicada pela falta de necessidade em se formar memórias de trabalho. Isso ocorre pois nesses treinamentos há experiência extensiva com os estímulos, algo que por si só já levaria ao estabelecimento de representações mnêmicas.

Siclari et al. (2017) também acreditam que os achados quanto às atividades em regiões frontoparietais podem estar mais relacionados com o controle e a execução de tarefas cognitivas experimentais do que com os substratos neurais efetivamente. Chegam nessa conclusão uma vez que, em seus estudos com pacientes durante o sono, obtiveram resultados de atividades em áreas corticais responsáveis por funções como reconhecimento facial (marcadamente em regiões temporo-occipitais específicas e nas áreas fusiformes ligadas a face), espacial (córtex parietal posterior direito), movimentos (regiões no entorno do sulco temporal superior direito) e fala (área de Wernicke, em região temporal posterior esquerda), por exemplo, de forma similar ao que ocorre durante a vigília. Ainda, segundo os autores, seus resultados estão em consonância com outros estudos, os quais admitem haver permanência da consciência diante de lesões nas regiões frontais.

Wyart e Tallon-Baudry (2009), por sua vez, acreditam que as hipóteses anteriormente citadas são controversas, mas não se excluem, posto aceitarem o envolvimento de correlatos neurais encontrados nas áreas occipitais e, também, em regiões frontoparietais. Sendo assim, propõem haver uma integração das informações

sensórias que se dá ao longo do tempo, e que seria mapeada em regiões frontoparietais.

Beck et al. (2005) igualmente apontam uma participação parietal nas percepções conscientes, para além do córtex visual ventral. Em seus experimentos com a apresentação de imagens faciais e mudanças aleatórias na posição dessas imagens, além de Estimulações Magnéticas Transcraniais (TMS), observaram influências do córtex parietal direito na detecção de mudança nas imagens. Quando estimulada, essa região produz mais efeitos de cegueira de mudança, em comparação com quando não estimulada e em comparação com a mesma região do hemisfério esquerdo.

Sob essa perspectiva, porém, é preciso considerar as associações existentes entre as conexões frontoparietais e o movimento ocular, assim como suas relações com a atenção e, menos diretamente, com a memória de trabalho¹⁷ (COULL E FRITH, 1998). Nesse sentido, em seus estudos, Beck et al. (2005) descartam a possível interferência de artefatos visuais do olhar, haja vista que a apresentação da imagem é muito rápida (200ms), não havendo tempo suficiente para as sacadas oculares¹⁸.

Por outro lado, os autores explicam que, em virtude da natureza correlacional da neuroimagem, não é possível definir se a participação parietal é causal à consciência ou uma consequência dela, ou seja, um NCCco. Beck et al. (2001) acreditam que as mudanças encontradas em seus experimentos são resultado de uma interação entre o córtex occipitotemporal e o córtex pré-frontal dorsolateral¹⁹ direito, assim como com o córtex parietal posterior (PPC).

¹⁷ Coull e Frith (1998) observaram a existência de especializações do córtex parietal superior direito sobre a atenção (tanto espacial como não espacial), e do sulco intraparietal sobre os movimentos oculares visualmente guiados. Quanto à memória de trabalho, os autores especulam se há realmente interferência da mesma, ou se as atividades observadas no parietal posterior se dão em virtude da demanda por atenção adicional em seus experimentos.

¹⁸ Em ensaios similares, Beck et al. (2001) também descartam a possível interferência de artefatos visuais do olhar, pois foram realizados experimentos onde o movimento ocular foi observado e os resultados não variaram significativamente. Isso indica que a fixação do olhar em direção ao centro foi mantida.

¹⁹ Beck et al. (2001) ressaltam que apenas observaram ativações relacionadas à consciência no fluxo dorsal parietal e no dorsolateral pré-frontal. Assim, acreditam que o fluxo ventral por si só,

Desse modo, em retomada às interações propostas por Coull e Frith (1998) quanto à participação da atenção e da memória de trabalho, Beck et al. (2005) afirmam que as regiões supracitadas se relacionam a partir da alocação da atenção seletiva no campo visual e da determinação do que entra ou não na memória visual de curto termo. Esses processos seriam pré-requisitos necessários para a consciência visual. Conforme os autores,

“De acordo com isso, a região do córtex parietal que estimulamos tem sido consistentemente implicada na alocação de atenção a estímulos no campo visual (Kastner e Ungerler, 2000; Corbetta e Shulman, 2002). Em segundo lugar, também parece necessário que alguma forma de memória visual de curto prazo (VSTM) esteja envolvida na detecção de mudanças. O córtex parietal foi implicado em tarefas de VSTM e, em particular, dois grupos (Todd e Marois, 2004; Vogel e Machizawa, 2004) descobriram que a atividade no PPC [córtex parietal posterior] está estreitamente correlacionada com o limite de capacidade de armazenamento de um indivíduo. Esses dados sugerem que o PPC pode estar envolvido na determinação do que entra no VSTM a partir de uma cena visual.” (BECK ET AL., 2005, p. 715)

Em geral, ainda que não se saiba exatamente a localização dos mapas de acumulação sensoriais, permanece uma ideia norteadora: a existência de integrações informacionais. Essa concepção é de suma relevância para a presente investigação.

2.4.2 Neurofisiologia do processamento visual

A partir dos estudos supracitados, percebe-se que a percepção visual de um objeto requer a ativação de grupos neuronais de diferentes regiões visuais, mas não apenas delas. Crick e Koch (1990) também se indagam sobre a necessidade de que esses neurônios sejam capazes de estabelecer coerentemente ligações, ou ‘*bindings*’, com grupos neuronais de outras áreas corticais, de forma que eles sejam ativados como uma unidade, ainda que não se encontrem próximos uns aos outros. Isso pois, ao observar algo ou ao conversar com outra pessoa, por exemplo, diferentes características são percebidas, desde cores, texturas e nuances, até aspectos faciais e sonoros que, conjuntamente, geram uma percepção.

Segundo os autores, as ‘*bindings*’ emergem rapidamente, por isso não são determinadas epigeneticamente ou por meio de aprendizagem, mas sim pela

desassociado da atividade dorsal, não seria suficiente para evocar a consciência relacionada à detecção de mudança. Atividades no fluxo ventral apenas foram encontradas em áreas de categorias específicas.

combinação de partes objetais que se constituem como uma novidade para o sujeito. Além disso, elas também parecem depender de mecanismos atencionais inconscientes que funcionam como ‘holofotes da atenção’, dos quais resultam a consciência visual (TREISMAN, 1988; WOLFE, CAVE E FRANZEL, 1989).

Para explicar como ocorrem tais ligações, Von der Malsburg e Schneider (1986) fazem uso da Lei de Hebb, ou Postulado Hebbiano, o qual pressupõe a existência de fortalecimento sináptico decorrente de uma atividade coordenada e sincronizada entre terminais neuronais pré e pós-sinápticos (CRICK E KOCH, 1990; LENT, 2010; PURVES, 2010; KANDEL, 2014a). Os terminais fortalecidos, então, se mantêm ou estabelecem novas ramificações, enquanto aqueles que não experimentam atividades correlacionadas, são enfraquecidos.

Não apenas o Postulado de Hebb é importante para a compreensão de como se dão as ligações, mas também a presença das chamadas ‘*oscilações neuronais*’ com frequências rítmicas. Elas levam os grupos neuronais relevantes para a percepção de um objeto a dispararem quase simultaneamente.

De acordo com Galloto et al. (2017), essas oscilações consistem em flutuações na atividade pós-sináptica de neurônios piramidais, as quais podem ser caracterizadas por parâmetros como frequência, fase e amplitude (ou poder), passíveis de serem detectadas por exames de magneto-/eletroencefalografia (M/EEG). Segundo os autores, informações como o número de disparos de células piramidais, a frequência dos disparos, assim como a extensão da sincronicidade, determinam a amplitude, ou o poder, de uma oscilação.

Galloto et al. (2017) explicam, ainda, que essa natureza rítmica de disparos seguem um padrão sinusoidal (que se dá sob a fórmula matemática do seno). O ponto onde é definido o ciclo dessa repetição sinusoidal se chama fase. Finalmente, o número de vezes que esse ciclo se repete no tempo (normalmente, em segundos), denomina-se frequência.

As principais faixas de onda existentes são as chamadas delta (Δ), teta (θ), alfa (α), beta (β) e gama (γ). De acordo com Koch et al. (2016), a faixa delta corresponderia a ondas lentas, com frequências inferiores à 4Hz. Segundo Von Stein

et al. (2000), as faixas teta e alfa, de frequências que variam entre 4 Hz e 13 Hz, costumam estar relacionadas com comunicações de longo alcance. As oscilações beta e gama, por sua vez, cujas frequências são mais altas, variando entre 20 Hz e 100 Hz, seriam atreladas à sinalização de alcance mais curto.

Considerando-se tais variações, Steriade (2000) insere que a rápida atividade de baixa voltagem caracteriza o estado de vigília, enquanto a atividade lenta e de alta voltagem, ou seja, a onda lenta profunda, caracteriza estados como sono e algumas formas de anestesia. Galloto et al. (2017) sugerem, ainda, que a consciência perceptual pode estar causalmente relacionada com oscilações da faixa alfa, as quais variam entre 7 Hz e 13 Hz.

Toda essa atividade é supostamente originada e sincronizada a partir de projeções retroativas de feedback, como apostam Crick e Koch (1990). Steriade (2000) corrobora tal perspectiva e vai além, delimitando as possíveis participações neuroanatômicas. Entende que as oscilações neuronais seriam, então, sincronizadas através de conexões recíprocas entre o neocórtex e o tálamo, provavelmente sob o controle do tronco encefálico e do prosencéfalo a partir de redes corticotalâmicas.

Outros estudos demonstram, ainda, que diferentes redes neurais proporcionam variadas frequências. A guisa de exemplo é possível citar o córtex visual e os lobos temporal e parietal, que são caracterizados pelo predomínio da faixa alfa (HILLEBRAND ET AL., 2012). Também são exemplos as áreas posteriores e sensoriomotoras, onde predominam as faixas alfa e beta, respectivamente, de acordo com os estudos de Hillebrand et al. (2012) realizados durante estados de repouso. Segundo os autores, o padrão de ondas gama, por sua vez, estaria mais disperso pelo cérebro.

Wyart e Tallon-Baudry (2009) explicam que também é possível haverem diferentes oscilações ocorrendo simultaneamente em regiões encefálicas similares. Os autores encontraram a presença de faixas alfa e gama em regiões occipitais. Isso ocorre ainda que haja predomínio da primeira e ainda que a frequência da segunda seja numericamente maior.

Sob tal concepção, Wyart e Tallon-Baudry (2009) explicam que essas oscilações podem acontecer anteriormente e posteriormente à apresentação de um estímulo, e que tais ocorrências estão ligadas à percepção visual consciente, do mesmo modo como propõem Galloto et al. (2017). Seus estudos foram realizados através da análise de áreas occipitais como regiões do córtex extraestriado visual sobrepostas ao giro occipital lateral. Os autores concluíram, então, que as atividades modulatórias pré-estímulo nas faixas alfa (α) e gama (γ) se relacionam com a percepção consciente a partir de suas influências nos correlatos ‘atenção espacial’ e ‘viés de decisão’, respectivamente, estando, este último, ligado à capacidade de reportar as experiências perceptuais.

Posto isso, Wyart e Tallon-Baudry (2009) explicam que é possível prever a consciência visual a partir das flutuações pré-estímulo da faixa γ . Acrescentam que elas enviassem diretamente decisões perceptuais por meio de possíveis traços neuronais, formados por evidências sensoriais sobre um estímulo acumuladas ao longo do tempo.

Koch et al. (2016) também reiteram que, apesar de muitos estudos sugerirem a participação direta das oscilações da faixa gama na consciência visual, outros demonstram que essa correlação estaria mais relacionada à atenção do que à consciência em si. Inclusive, conforme os autores, há estudos que também demonstraram haver atividades dessa faixa de onda em pacientes em estado de sono não-REM ou em estado de anestesia. Para eles, isso sugere que essas oscilações podem ocorrer independentemente da consciência.

Ainda, Koch et al. (2016) encontraram evidências de que as atividades supracitadas são passíveis de ser extraídas por certos padrões espaciais, como grades de luminância, mas não por outros, como imagens e barulhos que um observador pode facilmente reconhecer. Assim, pode-se depreender que a faixa de oscilação gama, em suas diferentes frequências, não seria indispensável para a visão.

Direta ou indiretamente ligadas ao processamento visual consciente, como pôde ser visto até aqui, as informações sobre as oscilações neuronais e suas variações permitem indicar o estado interno de um indivíduo, assim como afirmam Von Stein

et al. (2000). Nesse sentido, mais um exemplo da existente relação entre as oscilações neuronais e os estados de consciência é o que ocorre durante sonhos lúcidos, nos quais o indivíduo tem consciência de seu estado de sono, apresentando, ainda, altas capacidades cognitivas. Neles, Dresler et al. (2012) encontraram um aumento da atividade na faixa de 40-Hz.

No entanto, traçar aspectos localizacionistas, assim como identificar as relações diretas entre as oscilações e a emergência da consciência, ultrapassa o intuito desta pesquisa. Isso ocorre principalmente pelo fato dessa discussão ainda ser ampla e indefinida no campo das neurociências.

De qualquer modo, porém, a existência de sincronidades oscilatórias em diferentes regiões corticais, como afirmam Von Stein et al. (2000), torna possível depreender uma conclusão importante: para que todas essas interligações se efetivem, seriam necessárias áreas corticais centralizadoras, ou regiões coordenadoras globais. Crick e Koch (1990) especulam que elas poderiam estar ligadas ao tálamo e ao claustró, sendo por eles denominadas como Zonas de Convergência. Nessas áreas haveria cooperação neuronal em forma de atividade global para formar imagens visuais conscientes.

2.5 ZONAS DE CONVERGÊNCIA VISUAIS: EVIDÊNCIAS DA IIT

Considerando-se o que até aqui foi posto, os funcionamentos neuroanatômico e neurofisiológico do sistema visual parecem demandar um princípio lógico: a existência de áreas de associação ou zonas de convergência corticais, para as quais convergem informações funcionais oriundas de outras áreas do cérebro. A existência de tais regiões merece ser levada em consideração, uma vez que, como afirma Carlson (2013, p. 4) “a consciência não é uma propriedade geral de todas as partes do cérebro”. Por isso, este capítulo versará sobre algumas evidências disso, obtidas a partir de exames de neuroimagem e estimulação elétrica cortical, que podem oferecer fundamentação empírica para a compreensão do fenômeno da consciência sob a égide da Teoria da Integração da Informação.

Cabe ressaltar que a intenção aqui não é delimitar ou apontar quais áreas especificamente seriam responsáveis pela realização da integração. Segundo Tononi et al. (2016), até o momento não é possível esclarecer com absoluta certeza se os correlatos neurais minimamente necessários para a consciência seriam células unitárias ou grupos de neurônios locais, pertencentes a uma camada, classe ou coluna neuronal em especial. Todavia, as descobertas subsequentes sugerem um aspecto integracionista ao processamento consciente, com participação de diferentes circuitos encefálicos, algo que se configura como uma evidência para a noção de integração proposta pela IIT.

2.5.1 Evidências oriundas da participação mnêmica

Haun et al. (2017) afirmam existirem áreas cerebrais que armazenam e disponibilizam as informações necessárias para que haja a consciência. Em outras palavras, os autores supõem haver populações neuronais responsáveis pela codificação de informações específicas. Para eles, na codificação facial, por exemplo, grupos neuronais seriam responsáveis por codificar os olhos, outros, o nariz, e assim sucessivamente.

Vetter, Sanders e Muckli (2014), por sua vez, também creem haver um modelo interno do mundo, armazenado e atualizado no cérebro, formado por contextos e experiências anteriores, assim como pressupõem Edwards et al. (2017). Kandel (2014) denominou esse modelo como ‘sistema de referência’, fazendo, ainda, uma alusão ao mapa retinotópico, o qual fundamenta as hipóteses anteriores ao registrar um mapa neural da retina e do campo visual.

A despeito de tais descobertas, Haun et al. (2017) levantam uma questão pertinente. Após analisar estudos que demonstram a associação de regiões cerebrais, como o giro fusiforme, na codificação das dimensões estruturais faciais, por exemplo, os autores refletem acerca da necessidade de haver algum tipo de integração de populações neuronais para que essas estruturas possam ser experienciadas holisticamente ou como partes de um todo.

A partir disso, Haun et al. (2017) buscaram demonstrar que os conteúdos da consciência estão relacionados com uma espécie de integração de informações que segue um suposto padrão hierárquico e isomórfico, algo que aponta para a existência de substratos físicos responsáveis pela realização de tal processo. Esses substratos estariam diretamente relacionados com a noção de correlatos neurais, expressa anteriormente.

Para chegarem nessa conclusão, os pesquisadores citados se baseiam na Teoria da Integração da Informação (*Information Integration Theory – IIT*), a qual, conforme Tononi (2012), aposta em axiomas e postulados que assumem e fundamentam a existência de uma integração e unificação de partes para que uma experiência se dê.

Sob essa lógica, segundo Tononi (2012), o ser humano é capaz de distinguir informações entre um variado número de possibilidades, formando um sistema único e integrado, cujos componentes não podem ser quebrados em partes independentes. A partir disso, seria possível compreender o motivo pelo qual a consciência e seus aspectos qualitativos sofrem influências de diferentes regiões do córtex cerebral, onde áreas específicas contribuem para gerar experiências como cor, som, entre outras.

2.5.2 Evidências em função do tempo de processamento neural

Outro exemplo que corrobora o aspecto integracionista da consciência é a consideração acerca do tempo. Para Tononi (2012), é possível medir a integração da informação em escalas temporais. Isso significa dizer que a própria consciência fluiria, então, conforme tais escalas.

Os estudos de Herzog, Kammer e Scharnowski (2015) corroboram as perspectivas supracitadas e demonstram empiricamente a existência dessa escala temporal proposta por Tononi (2012). Os autores acreditam que a formação de uma percepção consciente se dá em decorrência de um processamento inconsciente das partes que compõem um evento – como cor, tempo e espaço, por exemplo. Esse

processamento é responsável por integrar retroativamente as partes, de forma a produzir uma experiência consciente contínua.

A hipótese de Herzog, Kammer e Scharnowski (2015) é fundamentada em experimentos realizados com o auxílio de Estimulação Magnética Transcranial (EMT), os quais demonstraram que a formação de um evento consciente é posterior a um processamento inconsciente. Ou seja, conforme os resultados auferidos por meio dos experimentos em questão, há um intervalo de 400ms antes que ocorra o estado de consciência. Esse tempo, segundo os investigadores, corresponderia ao processamento inconsciente de integração das partes de um evento. Tononi (2015), por sua vez, propõe que a consciência dependa de escalas temporais mais longas para fluir, podendo atingir até mesmo um tempo entre 2 e 3 segundos.

Herzog, Kammer e Scharnowski (2015), entretanto, não esclarecem quais critérios o cérebro utiliza para entender quando um processamento inconsciente está completo e passível de ser conscientemente processado. Os cientistas apenas especulam que, nos sistemas visuais, por exemplo, a percepção consciente permaneceria constante até que outra percepção fosse desencadeada, e que isso ocorreria quando um processamento inconsciente atingisse um ‘estado atrator’. Somente por meio desse atrator haveria a possibilidade de se codificar as coisas percebidas. Desse modo, estados não-atratores nunca alcançariam a consciência e, por isso, haveriam processamentos inconscientes que também nunca se tornariam conscientes.

Para explicar a hipótese citada no parágrafo anterior, os autores utilizam um exemplo que se refere à compreensão de um discurso. Quando duas frases, como *“the mouse was broken”* e *“the mouse was dead”*, são proferidas, a palavra que designa o sentido ao substantivo – se animal ou mouse de computador – é a última palavra da frase. Para eles, isso sugere que a interpretação da frase é atrasada até que seu significado tenha sido estabelecido. Esse processo de integração, conforme Herzog, Kammer e Scharnowski (2015), pode acontecer em diferentes sistemas, como auditivo, somatossensorial e visual. Todavia, essas explicações permanecem inconclusivas, além de não responderem sobre como os atratores supracitados seriam codificados a nível neural.

Pesquisas como as de Edwards et al. (2017) talvez possam auxiliar nas respostas para tais questões na medida em que apontam para uma espécie de codificação preditiva da visão: o cérebro, baseando-se nos modelos internos criados sobre o mundo visual, torna-se capaz de prever informações sensoriais. Apenas após tais previsões, mecanismos neurais realizam as comparações entre os modelos e os elementos visuais atuais.

Kandel (2014) também compartilha dessa ideia de que o sistema nervoso realiza tal processamento. Em suas palavras, há uma espécie de avaliação das informações sensoriais recebidas para gerar respostas comportamentais adequadas. Para ele, até mesmo ações mais simples envolvem integrações sensoriais, motoras e motivacionais.

Entretanto, apesar dessas descobertas, ainda são necessárias maiores investigações para que seja possível compreender melhor os processos sobre como o cérebro percebe o momento exato em que deva realizar uma atualização. Cabe ressaltar, no entanto, que esse problema não se inclui no foco do presente estudo.

2.5.3 Evidências a partir de lesões e disfunções neurológicas

Posner et al. (2007) inserem que níveis reduzidos de consciência não se configuram como decorrentes de deficiências cognitivas focais, estando mais relacionados a uma redução da responsividade comportamental ao nível global. Isso está de acordo com as descobertas recentes apontadas por Tononi et al. (2016), as quais demonstram haver perda de consciência em casos de lesões amplas e de inativações do sistema corticotalâmico, algo que dificilmente acontece em presença de lesões locais.

No intuito de exemplificar as considerações supracitadas, Posner et al. (2007) inserem que o tronco encefálico (TE) parece ser uma região importante para a consciência, uma vez que lesões em partes específicas dessa área podem levar ao coma imediatamente. No entanto, o TE por si só ainda é insuficiente para sustentar a

consciência em um sentido clínico²⁰, considerando-se os casos de pacientes em estado vegetativo onde há graves danos corticais, mas as funções do TE permanecem poupadas.

Também é importante considerar a afirmação de Carlson (2013, p. 4) de que “a consciência não é uma propriedade geral de todas as partes do cérebro”. O autor chega a tal conclusão ao reconhecer que o comportamento humano não é necessariamente afetado somente por percepções passíveis de entrar na consciência e que esse fato aponta para a existência de áreas específicas responsáveis pelo processamento consciente no cérebro.

Para evidenciar seus entendimentos, Carlson (2013) se baseia no estudo de lesões corticais, como, por exemplo, o fenômeno denominado “visão cega”. Em casos como esse, um indivíduo que não enxerga em virtude de problemas em regiões visuais específicas do córtex cerebral é capaz de alcançar objetos, apesar de não estar consciente sobre sua percepção dos mesmos. Isso demonstra, inclusive, a possibilidade de que o comportamento humano se oriente através de informações sensoriais, embora um indivíduo não esteja consciente de tais informações.

Por isso, em consonância ao tema acerca das áreas responsáveis pelo processamento consciente, Carlson (2013) sugere que elas estejam relacionadas com as regiões cerebrais envolvidas com o comportamento verbal. Tal suposição surge com base em estudos feitos com pacientes submetidos a cirurgias de “*split brain*”, onde há remoção do corpo caloso e, conseqüentemente, uma desconexão entre os hemisférios cerebrais. O autor também se baseia em pacientes que sofrem de negligência unilateral – onde danos corticais no lobo parietal direito levam o indivíduo a negligenciar o lado esquerdo de seu corpo.

De acordo com Carlson (2013), em ambos os casos supracitados as pessoas não reconhecem conscientemente estímulos que dizem respeito ao hemisfério cerebral direito. Esses estímulos apenas são reconhecidos conscientemente quando a informação é capaz de chegar até o hemisfério esquerdo do cérebro, onde se

²⁰ Segundo Posner et al. (2007), a consciência em sentido clínico consiste na possibilidade de um paciente responder a um examinador.

localizam as regiões responsáveis pela comunicação verbal. Isso supõe a existência de uma espécie de ‘consciência dupla’, ou consciências separadas, como propôs Tononi (2012), onde apenas a consciência passível de ser verbalizada, ou seja, relatada à terceiros, seria realmente percebida pelo sujeito.

Outro exemplo que corrobora a suposição acima é o caso da neuroanatomista Jill Bolte-Taylor, a qual afirma ter permanecido plenamente consciente, apesar da perda de funções corticais e da afasia decorrentes de uma hemorragia no hemisfério esquerdo de seu cérebro. Porém, a consciência por ela aludida se daria sob uma perspectiva diferente, com percepções regidas pelo hemisfério direito (TONONI ET AL., 2016). Aqui, é possível perceber que a consciência não depende sumariamente do sistema de linguagem para existir, apesar de ser enriquecida por ele, como acreditam Crick e Koch (1990).

Considerando-se as conclusões de Posner et al. (2007), no entanto, as regiões sugeridas por Carlson (2013) parecem estar mais relacionadas com as explicações de Haun et al. (2017) sobre a participação da memória, por exemplo, ou com a capacidade de reportar conteúdos de experiência, do que com sua atuação direta sobre a consciência em si. Desse modo, ligadas ao comportamento verbal ou não, o fato é que há integração entre diferentes regiões corticais e há regiões mais importantes do que outras para o processamento consciente.

Tononi et al. (2016a) corroboram essa assunção ao inserirem que o córtex cerebral é mais importante para a consciência do que o cerebelo, por exemplo, uma vez que lesões cerebelares não demonstraram comprometê-la, algo que ocorre nas lesões corticais. Isso mostra como os estudos sobre lesões neurológicas, com auxílio de neuroimagem e outras tecnologias, têm oferecido cada vez mais evidências sobre o envolvimento de diferentes áreas cerebrais relacionadas à consciência, conforme explicam Boly et al. (2017), inclusive por demonstrarem a existência de diferentes níveis da mesma (TONONI ET AL., 2016).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma parte dos problemas sobre a questão entre mente e corpo parece se dar na ordem filosófica, sobre a conceituação daquilo que se entende como atrelado ao processamento consciente e sobre aquilo que constitui a consciência em si. Isso reflete a preocupação de Block (1995) acerca da importância em se delimitar o tema para, então, desenvolver estudos que possam se debruçar sobre ele. Sendo assim, dentro da perspectiva do presente estudo, adotou-se como consciência a ideia de experiência, ou seja, o fato de um indivíduo experienciar algo e poder reportar o que percebeu, segundo a concepção de De Graaf e Sack (2012).

Também há limitações quanto aos experimentos aplicados em estudos desse tipo. Nesse sentido, Lau (2008) demonstra, por exemplo, que fatores como a atenção e a performance podem confundir os resultados obtidos em determinados experimentos. Além disso, assim como inserem Tononi et al. (2016), ainda não se sabe ao certo quais processos, componentes ou locais corticais estariam ligados mais diretamente à consciência.

Essa problemática, no entanto, não impede que o tema seja examinado por diferentes abordagens e metodologias, as quais buscam compreender como esse fenômeno acontece e quais são as possíveis vias neurais pelas quais perpassam tal processamento. Dentre as principais metodologias utilizadas nos estudos sobre a consciência estão o método contrastivo, proposto inicialmente por Baars em 1989, segundo Aru et al. (2012), e também os paradigmas subsequentes, como os paradigmas multi-estáveis – rivalidade binocular, mascaramento, percepção inconsciente – bem como exemplificam De Graaf et al. (2012). Assim, essas abordagens permitiram que pudessem ser desenvolvidas pesquisas que buscavam compreender melhor o processamento consciente.

Fundamentados e possibilitados por essas perspectivas, tão como por críticas construtivas das metodologias iniciais e suas limitações, autores como Aru et al. (2012) passaram a sugerir que o objeto de estudo dessa área das neurociências fosse subdividido. Emerge, então, a noção de correlatos neurais e substratos físicos, os

primeiros como sendo aqueles processos necessários para que um processamento consciente se dê, e os outros como constituindo a consciência em si.

Com isso, convencionou-se separar atenção, performance, estímulos sensório-motores, funções cognitivas, entre outros fatores, daquilo que concerne à consciência em si. Tais processos, pode-se dizer, estão correlacionados ao processamento consciente, mas não são separadamente indispensáveis para que a consciência se dê, como afirmam Crick e Koch (1990) e Boly et al. (2017).

Não somente esses fatores se constituem como correlatos neurais, mas também outros aspectos se inserem nesse âmbito. Dentre eles estão, por exemplo, as ligações ‘*bindings*’ e as oscilações neuronais. Nesse sentido, Galloto et al. (2017) inserem tais oscilações, por exemplo, como um dos correlatos neurais da consciência visual. Isso é algo que se mostra importante para o presente estudo, uma vez que esse sistema da visão foi utilizado como base para demonstrar a aplicabilidade da Teoria da Integração da Informação.

Desse modo, de acordo com os achados das pesquisas sobre o processamento visual, é possível perceber que há participação de diferentes regiões corticais (BOLY ET AL., 2017). Elas estariam relacionadas à memória (HAUN ET AL., 2017) e às variadas vias de processamento sensoriais (HERZOG, KAMMER E SCHARNOWSKI, 2015). Tais regiões juntas e sob um sistema de retroalimentação com características preditivas, possibilitariam a percepção consciente de algo, segundo Vetter, Sanders e Muckli (2014) e Edwards et al. (2017). Assim, depreende-se haver uma espécie de integração de informações, com participação de diferentes correlatos neurais de consciência.

Quando os pesquisadores da área entendem, então, os processamentos neurológicos de maneira integrativa, com participação de diferentes regiões corticais, sustentam essa compreensão através das considerações pressupostas pela Teoria da Integração da Informação (*Integration Information Theory - IIT*). Isso pois, de acordo com Tononi et al. (2016a), a relação entre consciência e o cérebro seria um problema muito mais difícil de ser analisado caso os estudos partissem do substrato físico do cérebro em si, ou das características de diferentes sistemas físicos

individuais, uma vez que cada um tem suas peculiaridades e sua forma subjetiva de experienciar (TONONI, 2004).

Desse modo, a IIT percorre o caminho inverso, inferindo postulados a partir de axiomas, os quais permitem estabelecer as características necessárias e, portanto, requeridas ao substrato físico, para que uma experiência consciente se dê e para que possa ser, conseqüentemente, experimentalmente estudada. Assim, a IIT possibilita que diferentes fatos acerca do funcionamento consciente sejam compreendidos.

Tononi et al. (2016a) afirmam que a partir dessa teoria, pode-se explicar, por exemplo, o motivo pelo qual o córtex cerebral é considerado importante para a consciência, enquanto o cerebelo não o é: no córtex, há integração e especialização de funções, necessários para a integração de informações. Conforme Oizumi et al. (2014), a organização horizontal da conectividade entre os neurônios nas áreas do córtex posterior, juntamente com a organização vertical que liga os neurônios ao longo das hierarquias sensoriais, deve produzir valores altos de integração máxima de informação, ou complexos (Φ_{max}). As microzonas cerebelares, por sua vez, são largamente independentes umas das outras. Por isso, de acordo com Tononi et al. (2016a), não produzem complexos e também não podem ser incorporadas aos complexos corticais, ainda que estejam funcionalmente conectadas com uma porção do córtex cerebral. Isso pode explicar porque lesões cerebelares não costumam afetar a consciência, ainda que nessa região hajam mais neurônios do que no córtex.

Esse é apenas um exemplo das contribuições da aplicação da IIT ao campo das neurociências. Outro exemplo é o fato de que, com essa teoria, pode-se compreender melhor fatores evolucionistas do cérebro humano. De acordo com Tononi et al. (2016a), os organismos que possuem maiores capacidades de integração informacional, ou seja, maiores Φ_{max} , ou complexos, possuiriam vantagens adaptativas em relação àqueles que possuem menores Φ_{max} . Segundo os autores, então, os organismos mais adaptados seriam capazes de comportar mais conceitos, ou funções, dado um mesmo número de neurônios e conexões neuronais, em relação aos seus competidores.

Tononi et al. (2016a) também apontam para outras contribuições, com expectativas futuras, relacionadas às doenças neurológicas como as convulsões, por exemplo, e até mesmo às possíveis explicações acerca do funcionamento do sono de ondas lentas e dos estados de vigília. Desse modo, percebe-se que a aplicabilidade da IIT ao funcionamento do processamento consciente, a partir dos correlatos neurais da consciência, contribui para uma compreensão cada vez mais aprofundada do mesmo, principalmente após o tamanho desenvolvimento tecnológico que tem se desencadeado nas últimas décadas.

Finalmente, assim como apontado no início do presente estudo, as considerações acerca da IIT podem auxiliar na compreensão e no estudo, não apenas sobre doenças neurológicas decorrentes de lesões, por exemplo, mas também sobre o funcionamento de outros processamentos psíquicos. Dentre eles estão aqueles nos quais há alterações no processo de integração de informações, como o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e o Transtorno do Espectro Autista (TEA), do modo como inserem Moller et al. (2010) e Machado et al. (2017).

Por isso, como possibilidade para estudos futuros, desdobramentos acerca do funcionamento do processo de integração informacional em fenômenos como o TDAH e TEA são perspectivas sugeridas. Nesse sentido, as conclusões alcançadas através dessas abordagens se tornam importantes para diversas áreas de conhecimento, desde a Neurologia, até a Psiquiatria e, também, a Psicologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMEDI, A., MALACH, R., PASCUAL-LEONE, A. Negative BOLD differentiates visual imagery and perception. *Neuron*. Vol. 48, nº 5, p. 859-872, 2005.

BAARS, B. J.; BANKS, W. P.; NEUMAN, J. B. [Eds.]. *Essential sources in the scientific study of consciousness: a bradford book*. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

BARTSCH, T., DEUSCHL, G. Transient global amnesia: functional anatomy and clinical implications. *Lancet Neurology*. Vol. 9, nº2, p. 205-214, 2010.

BECK, D.N.; REES, G.; FRITH, C.G.; LAVIE, N. Neural correlates of change detection and change blindness. *Nature Neuroscience*. Vol. 4, nº6, pp. 645-650, 2001.

BECK, D.N.; MUGGLETON, N.; WALSH, V.; LAVIE, N. Right parietal lobe plays a critical role in change blindness. *Cerebral Cortex*. Vol. 6, nº5, p. 712-717, 2005.

BLOCK, N. On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and brain sciences*. Vol. 18, nº 2, p. 227-287, 1995.

BOLY, M.; MASSIMINI, M.; TSUCHIYA, N.; POSTLE, B. R.; KOCH, C.; TONONI, G. Are the neural correlates of consciousness in the front or in the back of the cerebral cortex? *Journal of Neuroscience*. Vol. 37, nº 40, p. 9603-9623, 2017.

BREITMEYER, B.; OGMEN, H. *Visual masking: time slices through conscious and unconscious vision*. 2nd Ed. Oxford, NY: Oxford University Press, 2006.

BUHEL, C., PRICE, C., FRACKOWIAK, R.S., FRISTON, K. 1998. Different activation patterns in the visual cortex of late and congenitally blind subjects. *Brain*. Vol. 121, nº 3, p. 409-419, 1998.

CARLSON, N. R. Understanding human consciousness: a physiological approach. In: _____. *Physiology of Behavior*. 11th Ed. Massachusetts, EUA: Pearson, 2013. Cap 1, p. 4-9.

CHALMERS, D. J. *The conscious mind: in a search of a fundamental theory (philosophy of mind)*. Oxford, NY: Oxford University Press, 1996.

CHALMERS, D. J. What is a neural correlate of consciousness? In: *Neural correlates of consciousness: empirical and conceptual questions*. T. Metzinger [Ed.]. Cambridge, MA: MIT Press, 2000. Cap. 2, p. 17-40.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COULL, J.T.; FRITH, C.D. Differential activation of right superior parietal cortex and intraparietal sulcus by spatial and nonspatial attention. *Elsevier: Neuroimage*. Vol. 8, n° 2, p. 176-187, 1998.

CRICK, F.; KOCH, C. Towards a neurobiological theory of consciousness. *Elsevier: Seminars in The Neurosciences*. Vol. 2, p. 263-275, 1990.

DE GRAAF, T.A.; HSIEH, P.J.; SACK, A.T. The ‘correlates’ in neural correlates of consciousness. *Neuroscience and Behavioral Reviews*. Vol. 36, n° 1, p. 191-197, 2012.

DE GRAAF, T.A.; SACK, A.T. Using brain stimulation to disentangle neural correlates of conscious vision. *Frontiers in Psychology*. Vol. 5, n° 1019, p. 1-13, 2014.

DEHAENE, S.; NACCACHE, L.; LE CLECH, G.; KOECHLIN, E.; MUELLER, M.; DEHAENE-LAMBERTZ, G.; MOORTELE, P. F. V.; BIHAN, D. Imaging unconscious semantic priming. *Nature*. Vol. 395, n° 6702, p. 597-600, 1998.

DEISSEROTH, K.; FENG, G.; MAJEWSKA, A. K.; MIESENBOCK, G.; TING, A.; SCHNITZER, M. J. Next-generation optical technologies for illuminating genetically targeted brain circuits. *The Journal of Neuroscience*. Vol. 26, n° 41, p. 10380-10386, 2006.

DRESLER, M.; WHERLE, R.; SPOORMAKER, V. I.; KOCH, S. P.; HOLSBOER, F.; STEIGER, A.; OBRIG, H.; SAMANN, P. G.; CZISCH, M. Neural correlates of dream lucidity obtained from contrasting lucid versus non-lucid REM-sleep: a combined EEG/fMRI case study. *Journal Sleep*. Vol. 35, n° 7, p. 1017-1020, 2012.

ECKHORN, R.; BAUER, R.; JORDAN, W.; BROSH, M.; KRUSE, W.; MUNK, M.; REITBOECK, H. J. Coherent oscillations: a mechanism of feature linking in the visual cortex? *Biological Cybernetics*. Vol. 60, n° 2, p. 121-130, 1988.

EDWARDS, G.; VETTER, P.; MCGREW, F.; PETRO, L. S.; MUCKLI, L. Predictive feedback to V1 dynamically updates with sensory input. *Nature: Scientific Reports*. Vol 7, n° 16538, p. 1-12, 2017.

ERIKSSON, J.; LARSSON, A.; NYBERG, L. Item-specific training reduces pre-frontal cortical involvement in perceptual awareness. *MIT Press: Journal of Cognitive Neuroscience*. Vol. 20, n°10, p. 1777-1787, 2008.

FARAH, M. J. The neurological basis of mental imagery: a componential analysis. *Elsevier: Cognition*. Vol. 18, n° 1-3, p. 245-272, 1984.

FFYTCH, D. H.; ZEIKI, S. The primary visual cortex, and feedback to it, are not necessary for conscious vision. *Brain: A Journal of Neurology*. Vol. 134, n° 1, p. 247-257, 2011.

GALLOTO, S.; SACK, A. T.; SCHUHMANN, T.; DE GRAAF, T. A. Oscillatory correlates of visual consciousness. *Frontiers in Psychology*. Vol.8, n° 1147, p.1-16, 2017.

GRAY, C.M.; KONIG, P.; ENGEL, A. K.; SINGER, W. Oscillatory responses in cat visual cortex exhibit inter-columnar synchronization which reflects global stimulus properties. *Nature: International Journal of Cience*. Vol. 338, p. 334-337, 1989.

GOLDBERG, I. I.; HAREL, M.; MALACH, R. When the brain loses its self: pré-frontal inactivation during sensorimotor processing. *Elsevier: Neuron*. Vol. 50, n°2, p. 329-339, 2006.

HAUN, A. M.; OIZUMI, M.; KOVACH, C. K.; KAWASAKI, H.; OYA, H.; HOWARD, M. A.; ADOLPHS, R.; TSUCHIYA, N. Conscious perception as integrated information patterns in human electrocorticography. *eNeuro: Cognition and Behavior*. Vol. 4, n° 5, p. 1-18, 2017.

HERZOG, M. H.; KAMMER, T.; SCHARNOWSKI, F. Time slices: what is the duration of a percept? *Journal Plos Biology*. Vol. 14, n° 4, p. 1-12, 2016.

HOEL, E. P., ALBANTAKIS, L.; TONONI, G. Quantifying causal emergence shows that macro can beat micro. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. Vol. 110, n° 49, p. 19790–19795, 2013.

HILLEBRAND, A.; BARNES, G.R.; BOSBOOM, J.L.; BERENDSE, H.W.; STAM, C.J. Frequency-dependent functional connectivity within resting-state networks: na atlas-based MEG beamformer. *Elsevier: Neuroimage*. Vol. 59, n° 4-2, p. 3909-3921, 2012.

HOHWY, J. The neural correlates of consciousness: new experimental approaches needed? Elsevier: *Conscious and Cognition*. Vol. 18, n°2, p. 428-438. 2009.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M.; SIEGELBAUM, S. A.; HUDSPETH, A. J. The anatomical organization of the central nervous system. In: _____. *Principles of Neural Science*. 5th Ed. New York: McGraw-Hill, 2014. Cap. 17, p. 318-336.

_____. Central visual pathways. In: _____. *Principles of Neural Science*. 5th Ed. New York: McGraw-Hill, 2014a. Cap. 27, p. 523-547.

KOCH, C.; TSUCHIYA, N. Attention and consciousness: two distinct brain processes. *Elsevier: Trends in Cognitive Sciences*. Vol 11, n° 1, p. 16-22, 2007.

KOCH, C.; MASSIMINI, M.; BOLY, M.; TONONI, G. Neural correlates of consciousness: progress and problems. *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 17, n°5, p.307–321, 2016.

KOSSLYN, S.M., GANIS, G., THOMPSON, W.L. Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 2, n° 9, p. 635-642, 2001.

LAU, H.C. Are we studying consciousness yet? In: WEIZKRANTZ, L.; DAVIES, M.; PARKER, A. [Eds]. *Chichele Lectures: Frontiers of Consciousness*. Oxford University Press: Oxford, 2006. Cap. 8, p. 223-245.

LAU, H.C. A higher order Bayesian decision theory of consciousness. *Elsevier: Progress in Brain Research*. Vol. 168, p. 35-48, 2008.

LENT, R. Os neurônios se transformam: bases biológicas da neuroplasticidade. In: _____. *Cem Bilhões de Neurônios*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010. Cap. 5, p. 147-182.

LOGOTHETIS, N. K.; SCHALL, J. D. Binocular motion rivalry in macaque monkeys: eye dominance and tracking eye movements. *Elsevier: Vision Research*. Vol. 30, nº.10, p. 1409-1419, 1990.

LUMER, E.D.; FRISTON, K. J.; REES, G. Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain. *Science*, Vol. 280, nº 5371, p. 1930-1934, 1998.

MACHADO, A. C. C. P.; OLIVEIRA, S. R.; MAGALHÃES, L. C.; MIRANDA, D. M.; BOUZADA, M. C. F. Processamento sensorial no período da infância em crianças nascidas pré-termo: revisão sistemática. *Revista Paulista de Pediatria*, Vol. 35, nº 1, p. 92-101, 2017.

MOLLERI, N.; MELLO, M. P.; ORSINI, M.; MACHADO, D.; BITTENCOURT, J.; SILVA, A. L. M.; BASTOS, V. H. Aspectos relevantes da integração sensorial: organização cerebral, distúrbios e tratamento. *Neurociências*, Vol. 6, nº 3, p. 173-179, 2010.

NAGEL, T. What is like to be a bat? *The Philosophical Review*. Vol. 83, nº 4, p. 435-450, 1974.

OIZUMI, M.; ALBANTAKIS, L.; TONONI, G. From the phenomenology to the mechanisms of consciousness: integration information theory 3.0. *Plos Computational Biology*. Vol. .10, nº 5, p. 1-25, 2014.

PITTS M.A.; METZLER S.; HILLYARD S.A. Isolating neural correlates of conscious perception from neural correlates of reporting one's perception. *Frontiers in Psychology*. Vol. 5, nº 1078, p. 1-16, 2014.

POSNER, J. B.; SAPER, C. B.; SCHIFF, N. D.; PLUM, F. Prognosis in Coma and Related Disorders of Consciousness, Mechanisms Underlying Outcomes, and Ethical Considerations. In: *Plum and Posner's Diagnosis of Stupor and Coma*. 4th Ed. Oxford, NY: Oxford University Press, 2007. Cap. 9, p.357.

PURVES, D.; AUGUSTINE, G. J.; FITZPATRICK, D.; HALL, W. C.; LAMANTIA, A. S.; MCNAMARA, J. O.; WHITE, L. E. Sinais elétricos das células nervosas. In: _____. *Neurociências*. 4ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. Cap. 2, p. 177-206.

SCHIFF N.D. Recovery of consciousness after brain injury: a mesocircuit hypothesis. *Trends Neurosciences*. Vol. 33, nº1, p. 1–9, 2010.

SICLARI, F.; BAIRD, B.; PEROGAMVROS, L.; BERNARDI, G.; LAROCQUE, J.; RIEDNER, B.; BOLY, M.; POSTLE, B. R.; TONONI, G. The neural correlates of dreaming. *Nature Neuroscience*. Vol. 20, nº 6, p. 872-878, 2017.

SIEGEL, J. M. Narcolepsy. *Scientific American*. Vol. 282, nº1, p. 76-81, 2000.

SILVANTO, J.; REES, G. What does neural plasticity tell us about role of primary visual cortex (V1) in visual awareness? *Frontiers in Psychology*. Vol. 2, nº 6, p. 1-5, 2011.

STERIADE, M. Corticothalamic resonance, states of vigilance and mentation. *Elsevier: Neuroscience*. Vol. 101, nº 2, p. 243-276, 2000.

TONONI, G. An information integration theory of consciousness. *BMC Neuroscience*. Vol. 5, nº 42, p. 1-22, 2004.

TONONI, G. Integrated information theory of consciousness: an updated account. *Archives Italiennes de Biologie*. Vol. 150, nº4, p. 293-329, 2012.

TONONI, G.; BOLY, M.; GOSSERIES, O.; LAUREYS, S. The neurology of consciousness: an overview. In: LAUREYS, S.; TONONI, G. [Eds.]. *The neurology of consciousness*. Amsterdam: Elsevier, 2016. Cap. 25, p 463–471.

TONONI, G.; BOLY, M.; MASSIMINI, M.; KOCH, C. Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 17, nº 7, p. 450–461, 2016a.

TREISMAN, A. Features and objects: the fourteenth Barlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. Vol. 40, nº 2, p. 201-237, 1988.

TSE, P. U.; MARTINEZ-CONDE, S.; SCHLEGEL, A. A.; MACKNIK, S. L. Visibility, visual awareness, and visual masking of simple unattended targets are confined to áreas in the occipital cortex beyond human V1/V2. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*. Vol. 102, nº 47, p. 17178-17183, 2005.

TSUCHIYA, N.; WILKE, M.; FRASSLE, S.; LAMME, V.A.F. No-report paradigms: extracting the true neural correlates of consciousness. *Cell Press: Trends in Cognitive Neuroscience*. Vol. 19, nº12, p. 757-770, 2015.

TSUCHIYA, N.; KOCH, C. The relationship between consciousness and top-down attention. In: TONONI, G.; GROSSERIES O.; LAUREYS, S. [Eds.]. *The neurology of consciousness*. 2nd Ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. Cap. 5, p 69–89.

TULVIN, E. Memory and consciousness. *Canadian Psychology*. Vol. 26, nº 1, p. 1-12, 1985.

VAN BOXTEL, J.J.; TSUCHIYA, N.; KOCH, C. *Consciousness and attention: on sufficiency and necessity*. *Frontiers in Psychology*. Vol. 1, n° 217, p.1-46, 2010.

VETTER, P.; SANDERS, L. L. O.; MUCKLI, L. Dissociation of prediction from conscious perception. *Perception*. V. 43, n° 10, p. 1107-1113, 2014.

VON DER MALSBURG, C.; SCHNEIDER, W. A neural cocktail-party processor. *Biological Cybernetics*. Vol. 54, n°1, p. 29-40, 1986.

VON STEIN, A.; CHIANG, C.; KONIG, P. Top-down processing mediated by interareal synchronization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*. Vol. 97, n° 26, p. 14748-753, 2000.

WOLFE, J. M.; CAVE, K. R.; FRANZEL, S. L. Guided search: an alternative to feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Vol. 15, n° 3, p. 419-433, 1989.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Atlas: Country resources for neurological disorders*, 2017.

WYART, V.; TALLON-BAUDRY, C. *How ongoing fluctuations in human visual cortex predict perceptual awareness: baseline shift versus decision bias*. *The Journal of Neuroscience*. Vol. 29, n° 27, p. 8715-8725, 2009.