Ciências & Cognição 2014; Vol 19(3) 393-415 <http://www.cienciasecognicao.org> © Ciências & Cognição
Submetido em 13/05/2013 | Revisado em 11/06/2014 | Aceito em 14/06/2014 | ISSN 1806-5821 – Publicado on line em 01/12/2014

Neurociência da Racionalidade *versus* Racionalidade da Neurociência: uma Análise Crítica a partir da Filosofia das Neurociências

Neuroscience of Rationality versus Rationality of Neuroscience: a Critical Analysis from the Philosophy of the Neurosciences

Carlos E. B. de Sousa

Laboratório de Cognição e Linguagem, Centro de Ciências do Homem, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

A neurociência visa entender o funcionamento do cérebro e sua influência no comportamento consciente. Alguns achados neurocientíficos indicam que processos decisórios são causados por eventos neurobiológicos. A hipótese de que o cérebro seria o real causador das ações humanas tem sido defendida por alguns neurocientistas que usam estes achados como base para argumentar contra um modelo clássico de racionalidade humana, afirmando sua equivocidade. Racionalidade e consciência seriam ilusórias. Na verdade, seriam produzidas pelo cérebro. Contudo, uma avaliação destes achados neurocientíficos evidenciará que grande parte baseia-se em experimentação insuficiente. O novo conhecimento não parece robusto o suficiente para apoiar um argumento em favor da substituição do modelo clássico de racionalidade. Este texto visa discutir a plausibilidade desta argumentação através da análise de três casos paradigmáticos da literatura neurocientífica. A proposta é estabelecer uma agenda de discussão através da filosofia da neurociência.

Palavras-chave: racionalidade; neurociências; filosofia das neurociências; filosofia da ciência; ação consciente.

Abstract

Neuroscience aims to understand brain function and its influence on conscious behavior. Some neuroscientific findings suggest that decision-making processes are caused by neurobiological. These findings are used to put forward the hypothesis that brain is the real causal agent of our actions. In order to argue against the so-called classical model of rationality, some neuroscientists state that rationality and consciousness would be illusions created by the brain. But the argumentation is based on little experimentation and it does not seem sufficiently robust to count as surrogate for the classical model of rationality. This paper addresses some questions to neuroscience and it aims to survey the plausibility of such an argumentation by means of a critical analysis of three paradigmatic cases from neuroscientific literature. It argues for a philosophical discussion on neuroscience by advancing philosophy of neuroscience as discipline.

Keyword: *rationality; neurosciences; philosophy of neurosciences; philosophy of science; conscious action*

Autores de Correspondência:
C. E. B., De Sousa - Endereço para correspondência Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências do Homem, Laboratório de Cognição e Linguagem. Av. Alberto Lamego 2.000, CCH, sala 111, Horto, CEP, 28013-602 - Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. E-mail: cdsousa@uenf.br

1. Introdução

A *racionalidade* pode ser definida como a habilidade de agir segundo *razões* ou *motivos*, que por sua vez, baseiam-se nas intenções do agente que as manifesta durante a execução da ação. Ao agir de determinado modo e não de outro, é possível perguntar ao agente pelo porquê de ter agido daquela maneira e não de outra, sendo que respostas admissíveis conteriam *razões* e/ou *motivos*, de acordo com as *intenções* coerentes com o sistema de crenças do agente.

A definição pode ser ampliada: *racionalidade* consiste na capacidade de planejar e estabelecer estratégias de ação de médio e longo prazo, segundo a informação disponível no meio. Através da deliberação consciente, isto é, da análise de cenários contrafáticos como "se X então Y, no entanto Y possui alto custo, melhor seria selecionar J visto que o resultado seria M, com custo menor, etc." (De Sousa, 2009/2014), o agente avalia as informações durante as interações com os demais membros da comunidade e, então, decide. Este tipo de inferência subjuntiva é típico de contextos de decisão, nos quais tempo e informação servem ao mesmo tempo de suporte e condicionante da ação.

No âmbito da filosofia da ciência, racionalidade refere-se à escolha de teorias e explicações científicas efetuadas pela comunidade científica (racionalidade coletiva) ou por um cientista (racionalidade individual). Geralmente, a comunidade científica justifica a escolha de certa teoria em detrimento de outras, de acordo com *critérios racionais* (experimentação, confirmação, replicabilidade, adequação empírica, avaliação cega por pares, etc.). Estes procedimentos permitem o reconhecimento da racionalidade científica. Deste modo, pode-se dizer que a racionalidade científica encontra apoio no método científico usado como critério de racionalidade e também como critério de progresso.

A partir do que foi dito, é possível perceber o compartilhamento de um núcleo semântico inequívoco, a saber, *agir racionalmente* é agir segundo *razões* e *motivos*. Ao fazerem suas escolhas, os cientistas também estão, em última instância, apresentando razões para a aceitação ou não de certas teorias de acordo com um conjunto de evidências.

Atualmente está em andamento uma mudança científica que poderia ser descrita como transição de paradigmas (Kuhn, 1970), isto é., a substituição do chamado *modelo clássico de racionalidade* (MCR), que considera o agente um ser racional e consciente de suas ações, por um modelo que emerge a partir dos achados das neurociências sobre o funcionamento do cérebro. Esta nova imagem foca a atenção em mecanismos neurobiológicos no cérebro que seriam os reais causadores das ações conscientes.

As publicações da área descrevem o comportamento consciente em bases neuronais. Entretanto, não há até o momento, consenso sobre os achados. Além disso, não existe uma *filosofia da neurociência* capaz de discutir o empreendimento neurocientífico que vise analisar a plausibilidade e confiabilidade das explicações neurocientíficas. A neurociência é, por sua natureza, uma atividade reducionista e tem como meta explicar o comportamento consciente-racional nos termos da doutrina neuronal, isto é., a tese de que o neurônio – uma célula altamente especializada –, é a unidade básica da cognição, e entender o comportamento consciente consiste em entender o funcionamento de mecanismos neuronais (Purves, 2008).

A ideia que emerge das publicações é que não há racionalidade irrestrita e consciência plena, como se pensava antes. Exemplos são fornecidos pela neurociência da tomada de decisão.[1] Agentes racionais tomam decisões diariamente e os membros de uma comunidade social tentam entender o comportamento de seus semelhantes na base de razões e motivos, na esperança de poder *ler* as intenções do outro, através de perguntas pontuais do tipo *por que o agente tomou tal decisão?*, sendo que respostas tipicamente citam razões e/ou motivos. Contudo, ou esta visão está equivocada, como sugerem recentes achados neurocientíficos, e, portanto, o MCR deveria ser substituído por uma visão neurobiológica, ou, antes da tentativa de substituir o MCR, dever-se-ia avaliar os achados da neurociência por meio da análise do empreendimento neurocientífico sob a óptica da filosofia da ciência. O fim visado aqui é avaliar as razões das neurociências.

É preciso ter em mente que as neurociências são ciências em desenvolvimento e, por hora, são incapazes de explicar razoavelmente,[2] o comportamento racional-consciente em termos neuro-

biológicos de modo plausível. O questionamento central deste texto refere-se à racionalidade da neurociência − se é racional aceitar os achados e conclusões sobre o comportamento sem que haja uma análise crítica prévia desta ciência.

Um exame do tipo de explicação empregada no estudo da racionalidade e da consciência humana evidencia que há uma clara mudança na estrutura explicativa, através da substituição do termo *agente racional-consciente* por conceitos neurobiológicos, e.g., *mecanismos neurobiológicos* e *bioquímicos*. Em outras palavras, o *explanandum* deixou de citar conceitos intencionais como *agente* ou *sujeito* (que implica em racionalidade e consciência) e, passou a mencionar termos neurobiológicos como córtex pré-frontal e suas subdivisões, amígdala, neurônios dopaminérgicos, entre outros) (De Sousa, 2011).

Já é possível perceber uma alteração na estrutura conceitual da explicação acerca do comportamento humano que outrora era considerado racional e consciente e, presentemente, é visto como determinado por mecanismos neurobiológicos inconscientes − uma explicação que *prima facie* ignora a intenção do agente. Por conseguinte, parece estar em andamento uma mudança na imagem do homem e, a mensagem mascarada nas ilações neurocientíficas é a seguinte: não há um agente consciente no comando, pois o cérebro executa as tarefas em nível inconsciente; a consequência do raciocínio diz que *ação consciente* é uma ilusão engendrada pelo cérebro.[3]

Uma avaliação meticulosa deste novo conhecimento revelará que a imagem de agência racional construída ao longo dos séculos está equivocada; ou talvez não − algo que somente o tempo poderá trazer com o amadurecimento das neurociências. Entretanto, antes de aceitar esta nova visão, é necessário avaliar o empreendimento neurocientífico. Este texto discute a possibilidade de revisão do modelo clássico de racionalidade humana. *Inter alia*, deve-se acima de tudo, avaliar as neurociências do ponto de vista da filosofia da ciência, uma vez que é sempre possível incorrer em erros nas explicações científicas, haja vista que o *erro*, a *revisão* e a *correção* são características centrais das ciências. No entanto, alguns neurocientistas não admitem (há exceções, é claro) uma discussão crítica assentada em bases filosóficas, e ignoram filosofia da ciência básica (De Sousa, 2011).

O texto chama a atenção para o seguinte fato: o empreendimento neurocientífico ainda não passou por uma análise filosófica, i.e., uma discussão de cunho ontológico, epistemológico e metodológico.[4] As neurociências são consideradas hoje empreendimento explicativo principal capaz de entender o funcionamento do cérebro e seu papel na produção do comportamento consciente. Contudo, a fim de garantir um estatuto de ciências robustas, as neurociências deveriam sofrer uma análise crítica do ponto de vista da filosofia da ciência.

Se neurocientistas e adeptos consideram a neurociência como ciência, então deveriam aceitar a ideia de que as ciências pressupõem e levantam questionamentos filosóficos, em particular, questionamentos do ramo da filosofia da ciência e, como tal, devem submeter-se aos mesmos processos de discussão crítica pelos quais a *física*, a *biologia*, e a *química* passaram, ou seja, uma longa fase de debates até que se estabelecessem como ciências de fato. No entanto, alguns neurocientistas (ver próximas seções) se recusam a dialogar com filósofos da ciência e parecem míopes para problemas típicos da área.

A *soberba neurocientífica* já foi detectada por outros autores como Felix Hasler (2012) – neurocientista com formação em filosofia − que a caracteriza de "neuroarrogância". Esta postura soa "irracional" porque a racionalidade científica se caracteriza exatamente pela consideração da possibilidade do erro e, com isso, da revisibilidade teórica. Em outras palavras, teorias científicas são passíveis de revisão, substituição, e correção (Arnswald & Schuett, 2011), e os erros identificados são depurados pelos próprios cientistas, contudo, há dúvidas em torno deste ponto: estariam os neurocientistas considerando a possibilidade do erro, e como tal agindo racionalmente? Qual a legitimidade do discurso neurocientífico?

Assim sendo, este texto visa inverter a ordem das coisas, no lugar de *neurociência da racionalidade*, é necessária uma discussão sobre a *racionalidade da neurociência*; que tipo de atividade é a neurociência? Quais são seus objetivos? Quais os pressupostos ontológicos? Que tipo de conhecimento está sendo gerado? Qual o método?

Está a neurociência bem fundamentada? São as explicações neurocientíficas legítimas explicações científicas? Parece urgente uma discussão de cunho filosófico, ou seja, uma autêntica filosofia das neurociências. Aqui será endereçada apenas a questão epistemológica sobre a racionalidade da neurociência através da análise de três exemplos de explicações neurocientíficas.

Modelo Clássico de Racionalidade

Desde Aristóteles, *racionalidade* é entendida como uma capacidade exclusiva do homem.[5] Reconhecer uma ação como racional implica em dizer que está fundamentada em razões, motivos e intenções de um agente, que visa alcançar um fim. O agente decide executar uma ação direcionada para um objetivo, tomando como base um conjunto de crenças que devem ser coerentes com o fim almejado. Diante deste quadro, uma definição operacional de racionalidade diz que agir racionalmente é *agir segundo razões* e *motivos* a fim de alcançar um objetivo específico de acordo com as crenças atuais e passadas sobre a meta almejada.

Por tradição, a filosofia é considerada o empreendimento racional "mais elevado", pois teria como finalidade primeira alcançar a *verdade* (objetivo epistêmico). Com este intuito em mente, filósofos ao longo dos séculos, visavam instituir meios e modelos normativos de como pensar racionalmente. Estes modelos deveriam servir de critério para o estabelecimento da racionalidade de crenças e da ação.

A característica central das concepções filosóficas sobre a racionalidade humana é a *normatividade*, posto que agir racionalmente é agir de acordo com regras que satisfaçam certas condições –, por exemplo, evitar falácias lógicas, avaliar custos e benefícios de uma ação, pensar contrafaticamente em possíveis cenários de uma ação, etc. (Nozick, 1994). Diversos filósofos desde Aristóteles, como Descartes, Kant, Hegel, os membros do empirismo lógico, Popper, Wittgenstein, e Davidson enfatizaram o caráter normativo da filosofia e do comportamento. Os autores sustentavam a impossibilidade de derivar afirmações normativas da forma *dever ser* (ou *sollen* em Kant) de afirmações empíricas da forma *é assim* (Glannon, 2010). Princípios normativos servem como reguladores da ação e muitos filósofos e juristas defendem a tese de que princípios normativos não podem ser derivados de descrições empíricas do comportamento real.

Carl Hempel (1962, p. 21) apresenta uma argumentação precisa sobre agência racional através da inserção de cláusulas condicionais que garantam a racionalidade: "(...) uma pessoa é um agente racional consciente (em certo tempo) se (neste mesmo tempo) suas ações são racionais relativas a seus objetivos e crenças que ele conscientemente considera ao chegar a uma decisão". Segundo Hempel, "ação racional é um conceito explicativo (*explanatory*)", pois visa *explicar* o comportamento dos agentes de modo racional, i.e., citando razões (Hempel, 1962). É possível dizer que a asserção de Hempel contém o núcleo do chamado *modelo clássico de racionalidade*.

Um exame nos fundamentos das ciências em geral revelará que, em última instância, cientistas fornecem *razões* para aceitação de certas teorias por meio do oferecimento de explicações racionais sobre o mundo ou uma *reconstrução racional* dos eventos naturais, citando *causas* e *razões*. Contudo, após os escritos de Thomas Kuhn e seguidores, a imagem racional da ciência sofreu um abalo. Autores *relativistas* e *pós-modernos* (Bloor, 1976; Latour & Woolgar, 1986; Feyerabend, 1975) argumentaram que os cientistas nem sempre agem de modo racional, pois na maioria das vezes são motivados por interesses pessoais, que por sua vez encontram fundamentação em crenças que podem ser racionais ou não, verdadeiras ou falsas.[6] O ponto crítico reside no sistema de crenças que é a base da ação de qualquer agente, e se há uma crença *irracional* neste sistema, então a ação fundamentada nesta crença está comprometida.

Críticas ao Modelo Clássico de Racionalidade

O estudo sobre a racionalidade passou a ser objeto da psicologia do juízo que mostrou como agentes reais raciocinam na prática. Desde o final da década de 1970 e meados da década de 1980 do

século XX, psicólogos têm revelado, através de uma série de experimentos, que o comportamento atual contradiz as regras da lógica e que, além do mais, agentes supostamente racionais cometem erros em raciocínios probabilísticos simples.

Estudos realizados por Daniel Kahneman e Amos Tversky (Gilovich, Griffin & Kahneman, 2002) e outros, mostraram que em situações cotidianas, os agentes não seguem princípios racionais, mas usam a *intuição*, e, além disso, são passíveis de sofrer vieses cognitivos. Segundo alguns autores (Gigerenzer, Hertwig & Pachur, 2011) agentes reais agem de acordo com *heurística* – um tipo de raciocínio intuitivo que leva em consideração o estado atual da situação em que o agente está inserido. O agente ajusta sua ação de acordo com o que se apresenta no ambiente imediato, selecionando a ação (a heurística) mais apropriada para aquele contexto, sem aplicar uma regra específica (Gigerenzer et al., 2011).

Porém, a característica limitante principal é a própria mente humana. Estudos psicológicos indicavam que a cognição é restrita, influenciável e condicionada por diversos fatores como memória limitada, capacidade de processamento de informação reduzida, imperfeição dos sistemas sensoriais, crenças equivocadas, etc. Estudos empíricos mostraram que agentes reais estão propensos a cometer vários erros, e a lista de vieses cognitivos é longa, conforme a seguir.

- Efeito da ambiguidade: tendência de evitar opções com informação desconhecida, baseando a decisão na opção com informação mais conhecida ou semelhante ao que ocorreu no passado.
- Viés atencional: tendência de ser levado pelas emoções a atentar para certas saliências numa cena cognitiva, negligenciando outras apresentações.
- Efeito rebanho (*bandwagon*): propensão a fazer ou acreditar em coisas que a maioria acredita ou faz.
- Viés do ponto cego: propensão de ver a si mesmo como menos tendencioso do que outras pessoas ou de ser capaz de identificar mais vieses cognitivos do que outros.
- Viés da confirmação: tendência de buscar ou interpretar a informação de modo a confirmar suas próprias preconcepções.
- Falácia da conjunção: tendência em assumir que a probabilidade de dois ou mais eventos ocorrerem juntos é maior do que a de um evento isolado, o que viola a lei da probabilidade que diz que a probabilidade de dois eventos ocorrerem juntos é menor ou igual à probabilidade de apenas um ocorrer ($Pr(A \wedge B) \leq Pr(A)$ e $Pr(A \wedge B) \leq Pr(B)$).
- Propensão à regressão: tendência de subestimar altos valores e altas probabilidades e frequências e superestimar baixa probabilidades.
- Viés da distinção: tendência de ver duas opções como mais dessemelhantes quando avaliadas simultaneamente do que quando avaliadas separadamente.
- Viés do experimentador: tendência dos pesquisadores de acreditar, certificar, e publicar dados que concordem com suas expectativas para com o resultado de um experimento, e desacreditar, desconsiderar e reduzir os pesos correspondentes aos dados que pareçam conflitar com as expectativas iniciais.
- Efeito do foco: tendência a dar muita importância a somente um aspecto de um evento.
- Efeito da composição: traçar conclusões diferentes a partir da mesma informação, dependendo de como a informação é apresentada.
- Ilusão de controle: tendência de superestimar o grau de influência sobre outros eventos externos.
- Ilusão da correlação: a percepção de detectar desatentamente uma relação entre dois eventos sem relação alguma.[7]
- Viés do conhecimento: tendência de escolher a opção mais conhecida em vez da melhor opção.
- Efeito do obeservador-expectativa: quando o pesquisador espera um resultado e então de modo inconsciente manipula o experimento ou interpreta equivocadamente os dados a fim de chegar ao resultado esperado.[8]

Se esta lista de achados for verdadeira, o MCR está claramente equivocado, e até mesmos cientistas podem estar agindo de forma *irracional*. O fato é que os achados abriram uma fenda entre racionalidade teórica e prática, isto é., entre normatividade (como se deve agir) e o comportamento atual (como de fato se age) (Mele & Rawling, 2004).

Os estudos mostram que em contextos reais

de ação, agentes não seguem princípios lógicos racionais. A conclusão a partir destes achados é que, apesar de regras, imperativos categóricos, lógica, método científico, etc., *agentes reais*, incluindo os cientistas, parecem agir de modo irracional, pois na prática, os indivíduos desviam das normas e geralmente seguem impulsos, tendências, disposições, e ignoram princípios lógicos supostamente universais. Consequentemente, parece haver uma lacuna entre normas e comportamento atual (Gigerenzer et al. 2011).

Alguns dos experimentos que demonstraram estas irracionalidades cotidianas tiveram a participação de cientistas como sujeitos experimentais, confirmando a hipótese de que o agente, em última instância, não segue princípios racionais. A dedução natural destes estudos empíricos é que princípios normativos que visam regular a ação racional não são suficientes, pois a mente humana estaria fadada a cometer erros e falácias como também a desviar das leis da lógica. A pergunta que se afigura é se e a visão tradicional *homem, animal racional*, estaria equivocada. Tal questão será avaliada nas próximas seções.

Neurociência da Racionalidade

A neurociência, entendida como a ciência que estuda o funcionamento do cérebro e como este é capaz de produzir comportamento consciente (Purves, 2008; Craver, 2007; Finger, 2001), tem fornecido achados científicos que *prima facie* vão contra a concepção clássica de racionalidade humana. Alguns dos achados sugerem que processos decisórios são determinados pela neuroanatomia, neuroquímica e a neurobiologia molecular.

Os artigos nesta área (neurociência da decisão, neuroeconomia, neurociência da consciência) sugerem ausência de racionalidade (i.e., não há agir segundo razões e motivos). A consciência e a liberdade de escolha seriam meras ilusões produzidas pelo cérebro de maneira inconsciente em diversos níveis (Eagleman, 2012). Alguns neurocientistas têm investigado a natureza da racionalidade e defendido que o homem não é tão racional e autodeterminado como se pensava. Um dos representantes deste grupo afirma que o assunto sempre fora "província da filosofia", mas agora a neurobiologia é capaz de examinar de modo mais eficiente como o ser humano pensa e toma decisões (Platt, 2002).

A seguir, três casos supostamente paradigmáticos da literatura neurocientífica são introduzidos. O primeiro é bem conhecido, o caso de Phineas Gage, exemplo usado nos manuais de neurociência para mostrar como a neuroanatomia pode *determinar* os valores morais de um sujeito. O segundo caso é o experimento de Benjamim Libet sobre a ausência de livre-arbítrio, cujas conclusões sugerem que a neurobiologia se antecipa à psicologia em situações de tomada de decisão.

O terceiro caso mostra como a neuroquímica e a genética também podem influenciar e, às vezes, determinar decisões racionais. Vale lembrar que, há sempre a possibilidade destes achados neurocientíficos serem aceitos pela comunidade científica e, deste modo, se confirmarem como verdadeiros. A confirmação destes achados levará a uma reviravolta na imagem da natureza humana, uma mudança que exigirá revisão nas crenças atuais sobre o *Homo Sapiens*.

Neuroanatomia e Neurofunção: O Cérebro de Phineas Gage

Phineas Gage teve uma barra de metal atravessada na cabeça e sobreviveu. Gage era contramestre da estrada de ferro em construção no ano de 1848, em Vermont, EUA, quando em um dia normal de trabalho, estava martelando uma barra de ferro de um quilograma e um metro de comprimento em um buraco com pólvora quando, num segundo de desatenção, bateu contra uma rocha produzindo faíscas que imediatamente caíram sobre a pólvora *causando* uma explosão. A barra de ferro projetou-se para a área frontal da cabeça de Gage atravessando seu crânio e lá permaneceu por horas até que o médico a removesse.

Contra todas as expectativas, Gage foi transferido ainda consciente para um hotel, onde subiu as escadas sem ajuda e sentou-se em uma cadeira para expor o ocorrido. O médico chegou após uma hora e Gage estava totalmente consciente, porém com forte hemorragia. Segundo o relato do médico, "era um quadro impressionante"; a pri-

meira frase de Gage para o médico foi "doutor, há muito trabalho para você aqui" (Macmillan, 2000, 2008). O buraco por onde a barra havia entrado tinha nove centímetros de diâmetro. Felizmente, após uma infecção, Gage se recuperou. No entanto, seu comportamento havia mudado devido ao dano no cérebro; após o acidente ele não exibia mais o mesmo padrão comportamental de antes, e segundo seu médico:

> O balanço entre suas faculdades intelectuais e propensões animais parecem ter sido destruídas (...) Phineas havia se tornado vacilante, irreverente, grosseiramente profano, e mostrava pouca deferência para com seus pares, impaciente com restrições ou conselhos que conflitavam com seus desejos, perigosamente obstinado, caprichoso e vacilante sobre seus planos para o futuro, uma criança intelectualmente com paixões animalescas de um homem forte (Macmillan, 2000).

Antes do acidente, amigos e familiares descreviam Gage como:

> [F]orte e ativo, com uma vontade de ferro e temperamento irascível (*nervo-bilious*), de hábitos temperados e de posse de grande energia de caráter, bem-amado (*great favorite*), o mais eficiente e capaz dos contramestres segundo seus empregadores, dono de uma mente bem balanceada, considerado homem sagaz com faro para negócios, enérgico na execução de seus planos (Macmillan, 2000).

Portanto, antes do acidente, Gage era um sujeito "normal" e comprometido com valores morais de sua cultura, mas após o acidente, todas estas características haviam se perdido. A pergunta que todos se faziam era: por quê? Após a morte de Gage, seu cérebro foi estudado, e o médico concluiu que a barra de metal havia destruído o lobo frontal esquerdo e médio-frontal (Macmillan, 2000).

A explicação para a sobrevida de Gage foi o fato de o hemisfério direito ter ficado intacto. Mas esta hipótese não explicava o porquê de Gage ter permanecido consciente logo após o acidente, o porquê de ter sobrevivido e o porquê da mudança de comportamento. Quase um século depois, cientistas se voltaram para o caso de Gage e reconstruíram o dano no computador através de imagens em 3D (cf. Damasio, Grabowski, Frank, Galaburda & Damasio, 1994). O caso Gage evidenciou a relação entre neuroanatomia e comportamento, por exemplo, a partir de Gage, descobriu-se que há áreas no cérebro responsáveis por atividades específicas, como fala, audição, visão, etc. e que lesões nestas regiões comprometem ou mesmo anulam certos comportamentos.

Depois do acidente, Gage não exibia respeito pelas convenções sociais, pela ética, e suas decisões nem sempre espelhavam seus interesses. Gage não era mais capaz de tomar decisões racionais (Macmillan, 2000, 2008). A causa para a mudança comportamental foi o buraco na parte frontal esquerda do cérebro que lesionou a área associada com processos de representação, execução e controle, a saber, o córtex frontal e pré-frontal. Estas áreas controlam as ações racionais e.g., cálculo matemático, decisão, planejamento, reflexão, etc.

Estudos posteriores em pacientes com danos cerebrais permitiu o levantamento da hipótese da relação causal entre cérebro e comportamento e, assim, chegou-se ao conhecimento de que, por exemplo, lesões nas áreas de Broca e Wernicke podem comprometer a fala, danos no córtex occipital podem produzir alucinação visual, agnosia, agrafia, e assim por diante (Purves, 2008). Porém, não era comum a associação de que lesões em certas áreas do cérebro poderiam comprometer o comportamento racional, moral, social e emocional, porque se supunha que não poderiam ser controlados pela neurobiologia. Contudo, achados recentes têm servido de evidência para a confirmação da hipótese de que a neurobiologia é essencial na regulação do comportamento racional (Burns & Bechara, 2007; Fellows, 2004).

Atualmente sabe-se que danos nos córtex pré-frontal e frontal frequentemente estão associados com comportamentos destoantes das normas sociais, pouca espontaneidade, QI reduzido, baixa percepção de risco, comportamento antissocial, reclusão, distração, incapacidade de escolha, indecisão e diminuição da criatividade (Purves, 2008; Bechara, Damasio, Tranel & Damasio, 1997).

Do ponto de vista anatômico, o lobo frontal,

onde se localizam os córtices frontal e pré-frontal, é uma das maiores áreas do cérebro, possuindo ligações com partes mais profundas como amígdala, hipocampo, dentre outras regiões e, em adição, é a área onde há grande concentração de dopamina, considerado o neurotransmissor da decisão (ver caso 2). Estas regiões foram comprometidas em Gage, enquanto que outras permaneceram intactas como área motora e de linguagem. A resposta para a sobrevida de Gage estava embasada na ideia de que o cérebro, embora danificado na região frontal esquerda, tinha a capacidade de se auto-organizar (Macmillan, 2000; Barker, 1995; Damasio et al., 1994).

Contudo, a reorganização neural (neuroplasticidade) tem limites e, em adultos, é menos efetiva, embora possa ocorrer devido a traumas (Rakic, 2002). No caso de Gage, supõe-se que o grupo neuronal que processava informação relacionada com valores morais e decisão racional tenha se perdido com o dano. Já se sabe, por exemplo, que durante processos de neurodegeneração (apoptose) os neurônios antes de morrerem transmitem "suas memórias" para neurônios vizinhos possibilitando que os organismos continuem a vida sem comprometimento do comportamento (Hannun & Boustany, 2002). Mas no caso de Gage, não houve tempo para a transmissão da informação registrada na área afetada. Como o dano não foi generalizado, Gage pôde ter uma vida aparentemente normal porque outras áreas não foram afetadas.

Neuroquímica e Neurogenética do Comportamento

O caso de Gage revelou como lesões em certas regiões cerebrais podem comprometer o comportamento social de um agente. Este caso serviu de base para a frenologia da época e ainda serve de suporte nos estudos sobre a localização de sistemas bioquímicos que também regulam o comportamento (Barker, 1995).

O córtex pré-frontal é a área que possui maior quantidade de neurônios sensíveis à dopamina que é um neuromodulador essencial regulador de diversas funções como cognição, movimento voluntário, motivação, punição, recompensa, sono, humor, atenção, memória de trabalho e aprendizado. Neurônios dopaminérgicos localizados no córtex pré-frontal processam estímulos relacionadas com aquelas funções. Desequilíbrios na produção e liberação de dopamina podem resultar em diversas doenças e síndromes como Parkinson e esquizofrenia (Daw, 2007; Doya, 2008; Fellows, 2004; Perry, Ashton & Young, 2002; Platt, 2002).

O processo de tomada de decisão é regulado pela neuroquímica, neuroanatomia e pela ação de alguns genótipos (Rogers, 2011) e, envolve diversos estágios como a liberação do aminoácido triptofano que sintetiza serotonina – um neuromodulador de funções cognitivas associado com comportamentos de bem-estar e de risco. A produção de dopamina ocorre no hipotálamo, substância negra e na área tegmental ventral (estruturas localizadas em partes mais profundas do cérebro, o mesencéfalo).

Estas regiões são interligadas a outras por longos axônios como o núcleo accumbens (associado ao prazer, agressão, recompensa, medo, etc.). Os axônios transportam o neuromodulador por diferentes vias para regiões como córtex pré-frontal, tálamo, e amígdala, formando uma estrutura conhecida como *loop córtico-estriado-tálamo-cortical* (Burns & Bechara, 2007; Fellows, 2004). A interligação destas áreas origina o *sistema dopaminérgico* que distribui a dopamina em diferentes áreas do cérebro funcionando como substratos neurobiológicos de processos conscientes (Shadlen & Roskies, 2012).

Estudos em pacientes com danos neurológicos revelaram que estas áreas, na presença de dopamina e serotonina, exercem forte influência no processo de decisão (Rogers, 2011). Há duas partes neuroanatômicas que desempenham papel central: o sistema mesolímbico e o sistema estriado – base do aprendizado e do reforço, servindo de suporte para a tomada de decisão e incluem ainda, a distinção entre um *ator* que controla e seleciona comportamentos, e um *crítico* que computa o valor destas ações (O'Doherty, Dayan, Schultz, Deichmann, Friston & Dolan, 2004; Jessup & O'Doherty, 2011).

Através do uso de imageamento por ressonância magnética funcional (IRMF) em humanos, detectaram-se mudanças significativas no chamado nível dependente de oxigenação no sangue (BOLD *blood-oxygenation-level-dependent*) nos neurônios do mesencéfalo e suas projeções para os sistemas límbico, estriado e cortical. O sinal de

BOLD dentro destes sistemas e também no estriado dorsal refletia a operação de um *ator* dentro do estriado ventral e também de um *crítico* (Jessup & O'Doherty, 2011).

Estas atividades são interpretadas como sendo os substratos neuroquímicos e neuroanatômicos da tomada de decisão, visto que a ausência de dopamina e serotonina ou dano em áreas específicas acarreta em comportamentos não normativos durante o processo de tomada de decisão, como representação de valores aleatórios, distorções subjetivas de efeitos probabilísticos, subavaliação de riscos e comportamentos antissociais (Wood, Rilling, Sanfey, Bhagwagar & Rogers, 2006).

Diante destas evidências, a hipótese de que não há decisão livre ganhou destaque, já que a dopamina e a serotonina modulam a escolha e, de certo modo, as definem, pois a presença destas substâncias químicas é condição necessária para a exibição de comportamento racional. A dopamina, em particular, exerce forte influência, o que pode ser demonstrado através de experimentação com ratos indicando que a interação entre receptores D1 (dopamina) dentro do núcleo *accumbens* serve de mediador nas decisões que exigem muito esforço para obter grandes recompensas, refletindo cálculos de custo-benefício sobre a rede de valores de candidatos da ação (Rogers, 2011).

Em outro experimento, crianças diagnosticadas com *deficit* de atenção e hiperatividade receberam uma mistura de dopamina e noradrenalina. O resultado foi uma melhora no comportamento de avaliação de riscos e redução do número de escolhas impulsivas. Em adultos, a dopamina parece melhorar a decisão; em um experimento por meio do emprego de metilfenidato (a popular *Ritalina*) e placebo em dois grupos de voluntários, descobriu-se que o grupo que recebeu Ritalina, houve melhoria nas escolhas com a redução de comportamentos de risco, enquanto o grupo que tomou placebo não apresentou melhoria alguma na *performance* durante as escolhas (Rogers, 2011).

A dopamina modula também a previsão de recompensas através da atualização dos valores das ações na base do aprendizado. Pessiglione, Seymour, Flandin, & (2006), forneceram evidências que suportam esta hipótese, realizando um experimento monetário de apostas: a introdução de um miligrama com mistura de D2 antagonista[9] (L-DOPA, ou dopamina sintetizada) e haloperidol[10] em diversos participantes.

O resultado do experimento mostrou que após a administração de L-DOPA observou-se uma melhora na previsão de recompensas no grupo de voluntários que tomou a substância, enquanto que o grupo que recebeu haloperidol teve redução da função dopaminérgica – ou seja, aqueles que foram tratados com L-DOPA ganharam mais dinheiro do que os participantes que receberam haloperidol, mostrando que as escolhas são moduladas pelo nível de dopamina no cérebro.

Em outro experimento, Riba, Krämer, Heldmann, Richter, & Münte (2008) descobriram que doses únicas de meio miligramas de D3 (pramipexol)[11] induziam os participantes a fazer escolhas mais arriscadas nas loterias. Outro achado reportado por cientistas mostrou que variações genotípicas do polimorfismo rs907094 do cromossomo 17 na posição 35043897 do gene DARPP-32 (fósfoproteína) − que intensifica a plasticidade sináptica em D1 dentro do estriado −, também pode influenciar no processo de tomada de decisão (Rogers, 2011). Do ponto de vista comportamental, observou-se que há variação na personalidade, comportamento antissocial e abuso de drogas (Reuter, Weber, Fiebach, Elger & Montag, 2009). Já o polimorfismo C957T localizado na posição 957 do gene receptor DRD2 − que regula a tradução e estabilidade de mRNA em D2 −, refere-se em nível comportamental à esquizofrenia, diminuição da memória, impulsividade associada à recompensa (Hirvonen, Laakso, Nagren, Rinne, Pohjalainen & Hietala, 2009). O experimento revelou que os genes participam da regulação dos mecanismos de aprendizado em situações de tomada de decisão.

Experimentos adicionais mostraram que influências genotípicas na dopamina cortical e subcortical modificam o comportamento de escolha e podem ser detectadas através do uso de IRMF BOLD, sugerindo que interações genotípicas também influenciam o sistema dopaminérgico que governa o aprendizado de decisões e suas consequências (Rogers, 2011). Há mais resultados que corroboram a ideia de que variações genotípicas da expressão do receptor D1 (gene DARP-21) e da expressão do receptor D2 (gene DRD) regulam a tendência de explorar avaliações de ações familiares de acordo com o aprendizado a partir de boas e más consequências. Indivíduos que portam o alelo Met do gene COMT (Catecol O-Metiltransferase, gene que metaboliza a liberação de dopamina, epinefrina e norepinefrina), seguem comportamentos

alternativos com consequências negativas, confirmando a hipótese de que o gene COMT aumenta a incerteza sobre as consequências das ações (Frank, Doll, Oas-Terpstra & Moreno, 2009; Egan, Goldberg, Kolachana, Callicott, Mazzanti, Straub, & Weinberger, 2001).

A serotonina, por sua vez, modula o processo de decisão no que tange à seleção de ações com consequências probabilísticas. Portadores do alelo s do gene 5-HTTLPR apresentam vulnerabilidade genética que em nível comportamental está relacionada com comportamentos de risco e desordens afetivas (neuroticismo, i.e., tendência em experienciar estados emocionais negativos) e alta reatividade a influências ambientais (Kuepper, Wielpuetz, Alexander, Mueller, Grant & Hennig, 2012). Além disso, a serotonina intensifica a atenção em estímulos emocionais durante a execução de tarefas de risco. Portadores do alelo ll do genótipo 5-HTTPLR (Rogers 2011), apresentam menos risco em escolhas de investimento financeiro e pequena diminuição em tarefas probabilísticas reversas na ausência de triptofanos agonistas (Beevers, Marti, Lee, Stote, Ferrell, Hariri & Telch, 2011).

Grande parte dos experimentos sobre tomada de decisão foi realizada com ratos ou com pacientes com danos neurológicos. Poucos experimentos foram feitos com pessoas normais, e os realizados eram limitados a tarefas simples –, por exemplo, a escolha de quadros com cores branca ou amarela, em que era pedido aos participantes que fizessem suas escolhas após algumas fases de aprendizado. O quadro branco estava associado com pouca recompensa e o amarelo à alta recompensa, porém havia nos quadros pontos negros que tinham a função de confundir o reconhecimento das cores. Ao executar a tarefa, os participantes ganhavam uma recompensa. Aqueles que tiveram triptofano removido tiveram pouco êxito selecionando quadros brancos com baixa recompensa, enquanto aqueles que receberam a substância lograram alto êxito (Rogers, 2011).

Os pesquisadores concluíram que a serotonina modula o componente de valor dentro do sistema de aprendizado mediando a seleção de ações direcionadas para uma ação baseada no hábito. Outros experimentos com humanos sugerem que a serotonina influencia o aprendizado de eventos aversivos e o ajuste do comportamento. A remoção de triptofano altera o aprendizado de recompensas e o pensamento probabilístico e ainda pode retardar o aprendizado sobre consequências ruins, levando o indivíduo a escolher a ação com pouca ou nenhuma recompensa. Wood et al. (2006) forneceram mais evidências que apoiam a hipótese; eles removeram o triptofano do cérebro de adultos normais durante o jogo do dilema do prisioneiro (um problema da teoria dos jogos e escolha racional), e o resultado mostrou diminuição da cooperação entre os agentes.

Rogers (2011) sustenta que o papel da dopamina e serotonina no comportamento é fundamental porque as substâncias influenciam nas escolhas sociais através da modulação de funções avaliativas. O autor cita Behrens, Hunt & Rushworth (2009), que defendem a ideia de que mecanismos cerebrais *determinam* o comportamento social; segundo os autores, comportamentos sociais baseiam-se em duas redes de sistemas neurais – uma mediando o reforço no aprendizado (região dorsomedial pré-frontal) e outra apoiando a operação de mentalização ou inferência sobre intenções e estados mentais de parceiros sociais (junção parietal temporal).

Neurobiologia do Livre-Arbítrio

O chamado problema do livre-arbítrio ou da liberdade é tradicionalmente discutido por filósofos, e a grande maioria aceita a tese de que o homem é livre para decidir sobre suas ações no mundo. A liberdade de escolhas é um dos pilares da racionalidade humana, pois permite ao agente consciente escolher entre um conjunto de possibilidades − a melhor estratégia de ação segundo o fim almejado.

Jean-Paul Sartre celebrizou a ideia de que o "homem está condenado a ser livre". O sistema jurídico na maioria dos países baseia-se na tese da liberdade da vontade para deliberar sobre uma ação consciente. Se alguém comete algum ato criminoso, o faz segundo uma escolha livre e intencional. Em resumo, a posse da liberdade da vontade e como ela pode guiar as ações em decisões cotidianas parece ser uma propriedade inalienável definidora da natureza humana.

No início da década de 2000 o assunto despertou o interesse de alguns neurocientistas que voltaram-se para o estudo da racionalidade, em

particular, sobre o processo de tomada de decisão. A meta é descobrir os mecanismos neurais da tomada de decisão e a possibilidade da liberdade de escolha, ou seja, saber se há um agente racional no controle sobre as ações, tal como o MCR sustenta. Parte das pesquisas em neurociência comportamental tem sido direcionada para entender as bases cerebrais da liberdade e da tomada de decisão. Em linhas gerais, os neurocientistas buscam identificar no cérebro grupos neuronais que controlam a decisão livre e consciente.

Pioneiro neste tipo de investigação, Libet e seu grupo *demonstraram empiricamente* como o cérebro toma as decisões antes de o agente pensar em alguma estratégia de ação, levantando a hipótese de que não há controle sobre as ações (Libet, 1985; Libet, Freeman & Sutherland, 1999). O experimento de Libet é controverso e visava investigar a atividade neural durante sensações conscientes. O estudo tentava determinar a quantidade de ativação em áreas específicas do córtex necessária para que desencadeassem sensações somáticas artificiais (i.e., detectar o limiar mínimo para que um estímulo se tornasse consciente). Libet focava a pesquisa no chamado *Bereitschaftspotential* ou *potencial de prontidão*, que é a atividade no córtex motor preparatória do movimento, medido através do uso de eletroencefalograma (EEG).

O ambiente experimental consistia de um osciloscópio, instrumento usado para medir o grafo da amplitude e frequência dos sinais elétricos que era conectado ao escalpo do sujeito por meio de eletrodos. Outro instrumento era EEG usado para medir a atividade elétrica no córtex e, finalmente, um eletromiógrafo que registrava o movimento muscular usando eletrodos grudados à pele. O paciente sentava-se de frente para um monitor com o relógio do osciloscópio em que havia um ponto giratório em sentido horário. Eletrodos ligados ao escalpo mediam a atividade elétrica e, ao mesmo tempo, era pedido aos participantes a execução de movimentos suaves e simples durante o ato de flexionar seu dedo com o intuito de apertar um botão à frente.

Os sujeitos poderiam apertar o botão quantas vezes desejassem e, além disso, tinham de observar a posição dos pontos no relógio do osciloscópio que se moviam; ao perceberem a mudança na posição do ponto, eles deveriam pressionar o botão. Concomitantemente, o EEG media a atividade elétrica no córtex motor (potencial de prontidão), isto é, a intenção de agir (pressionar o botão ou não). Libet e seus pesquisadores perceberam que durante o intervalo de detectar a mudança do ponto no relógio e a intenção de agir havia um atraso de, exatamente, duzentos milissegundos entre a primeira aparição da *vontade* consciente de apertar e o *ato* de pressionar (Libet, 1985; Libet et al. 1999). Há aqui dois estágios – a *intenção* de apertar o botão em virtude da detecção da mudança no relógio e o *ato* motor de apertar o botão.

Libet descobriu que após várias sequências de experimentação, o cérebro inicia os procedimentos para a ação motora, antes de o sujeito pensar em apertar o botão (sua intenção) – cerca de duzentos milissegundos antes de o paciente ter reportado sua senciência (*awareness*) da consciência de querer agir. Em outras palavras, as decisões conscientes aparentemente eram precedidas por descargas elétricas inconscientes no córtex motor detectadas pelo EEG (o potencial de prontidão).

Libet et al. (1999) concluem que "o início voluntário e livre do agir parece começar no cérebro inconscientemente, bem antes de a pessoa conscientemente saber como ela vai agir!". Apesar dos resultados, os autores buscavam compatibilizar a liberdade da vontade com o determinismo através da introdução de uma cláusula denominada de *poder de veto* – a capacidade que o agente tem de, após ter tomado consciência da ação selecionada pelo cérebro, poder usar sua "liberdade" para vetá-la. A cláusula permitiria uma margem mínima de *liberdade*, pois neste interstício o agente poderia vetar ou prosseguir com a ação.[12]

Seguidores de Libet, no entanto, tomaram o experimento como a prova de que *não* há liberdade de escolha. Alguns neurocientistas atualmente prosseguem com este raciocínio, a saber, de que não há consciência plena e irrestrita durante o processo de decisão. Neurocientistas como Singer (2002, 2003, 2004, 2011), Haggard (2005, 2008, 2011), Haynes & Rees (2006), Haynes, Sakai, Rees, Gilbert, Frith & Passingham (2007), Wegner (2002) e Eagleman (2012), querem demonstrar, experimentalmente, que *liberdade* e *consciência* são ilusões produzidas pelo cérebro – uma unidade de processamento determinadora da ação moldada por processos evolucionários cegos para se antecipar à ação consciente que é *lenta* e *pe-*

sada. A seleção natural programou mecanismos inconscientes *leves* e *rápidos* que decidem pelo agente que apenas recebe um comunicado da decisão do cérebro. Alguns neurocientistas querem comprovar esta hipótese demonstrando como o cérebro controla processos cognitivos e motores.

O experimento foi executado por Libet há mais de trinta anos, mas ainda é usado como prova em favor da hipótese da ausência de livre-arbítrio, embora seja duvidoso e possua várias falhas já descritas na literatura (Banks & Pockett, 2007). Recentemente, Fried, Mukamel & Kreiman (2011) repetiram o experimento de Libet em pacientes com epilepsia intratável, que tiveram eletrodos intracranianos diretamente ligados ao tecido cortical na área frontal medial 12. A atividade registrada nestas áreas indicava potencial de prontidão anterior ao movimento voluntário, confirmando o experimento de Libet. Além disso, a mesma área foi estimulada e o relato dos pacientes era de um "sentimento urgente de mover uma parte particular do corpo" sem a necessidade de executar o movimento.

Em outro experimento com macacos, descobriu-se que um pequeno subconjunto de neurônios no córtex medial frontal (área motor suplementar) tinha atividade crescente antes do movimento, ou seja, os neurônios se ativavam antes de o macaco preparar o movimento para ação (Shima & Tanji, 2000). O tempo da intenção consciente poderia ser predito a partir da ativação deste subgrupo de neurônios confirmando, mais uma vez, o achado de Libet. Haggard afirma que estes dados experimentais são a *prova* de que a intenção consciente é apenas um corolário subjetivo da ação a ser executada − uma espécie de epifenômeno. Neste sentido, a intenção do agente seria um "epifenômeno subjetivo" que teria apenas a impressão de iniciar sua ação (Haggard, 2011), porém, o epifenômeno em si, não causaria ação alguma.

O *argumento* de Haggard é de que a ação voluntária é controlada e determinada por uma rede de neurônios em nível inconsciente sem que o sujeito tenha acesso; quando o agente *pensa* em uma ação, o cérebro já enviou o comando, antes de o autor pensar em executar a ação. Em outras palavras, o agente tem acesso apenas ao resultado do que foi efetuado pelo cérebro e, segundo esta hipótese, o cérebro apenas comunica ao "agente" *sua* decisão. Esta proposição está explicitada em Haggard:

> Estes achados *sugerem a revisão* de como nós interpretamos o julgamento W [a deliberação da vontade consciente]. *É claramente errado pensar em W como uma intenção anterior*, localizada no exato momento precedente da decisão em uma corrente de ação prolongada. A experiência da intenção consciente pode corresponder ao ponto em que o cérebro transforma um plano anterior em um ato motor através de mudanças na atividade da área motora suplementar (Haggard, 2011, grifo do autor).

Eagleman (2012) argumenta na mesma linha, e defende a tese de que o cérebro é o real tomador de decisão; o sujeito recebe apenas um relato, como em um jornal que narra os acontecimentos mundanos, o sujeito recebe um relato da decisão do cérebro:

> [...] a maior parte do que fazemos e sentimos não está sob nosso controle consciente. [...] O cérebro opera na coleta de informações e guia o comportamento de maneira conveniente. Não importa se a consciência está envolvida na tomada de decisão. E, na maior parte do tempo não está. [...] A consciência é o participante menos importante nas operações do cérebro. [...] Você é o último a saber da informação. [...] O cérebro cuida de seus negócios incógnito (pp. 12-13, 15, 2011).

Outro neurocientista interessado em confirmar o experimento de Libet é Dylan-Haynes e seu grupo de pesquisa que afirmam, categoricamente, o seguinte:

> A *impressão* de que somos livremente capazes de escolher entre diferentes cursos de possíveis ações é algo fundamental em nossa vida mental. Contudo, *tem sido sugerido que esta experiência subjetiva de liberdade não é nada mais do que uma ilusão e que nossas ações são iniciadas por processos mentais inconscientes muito antes de nos tornarmos cônscios de nossa intenção de agir* (Soon, Brass, Heinze & Hanyes, 2008,

grifo do autor).

Haynes tem interesse particular em desenvolver uma máquina que lê mentes sendo capaz de decodificar experiências conscientes de um sujeito baseado na atividade neuronal. Segundo o autor, a neuroimagem e o EEG possibilitam ler o pensamento de um sujeito porque grupos neuronais específicos geralmente entram em atividade sincronizada, produzindo uma espécie de identidade neural única. Embora Haynes sabidamente reconheça que estes experimentos ainda sejam limitados e controversos, ele não esconde a *intenção* de provar que o livre-arbítrio e tomada de decisão são determinados neuralmente.

Em um artigo com membros de seu grupo, Haynes reporta o achado de que atividades em certas áreas cerebrais *predeterminam* a intenção consciente e o tempo que levam para iniciar a decisão motora (Haynes et al. 2007; Kahnt, Heinzle, Park & Haynes, 2010; Kahnt, Grueschow, Speck & Haynes 2011). O IRMF e o EEG seriam ferramentas capazes de dizer, por exemplo, se a intenção do sujeito era mover a mão direita ou esquerda. Os participantes do experimento tinham de executar uma tarefa de decisão motora em etapas, enquanto a atividade cerebral era medida com IRMF. Semelhante ao experimento de Libet, os participantes se sentavam e fixavam o olhar em uma tela, na qual uma sequência de letras era apresentada e, a seguir, os participantes deveriam apertar um botão tão logo as letras surgissem. Em algum momento, eles tinham de reportar se sentiam a necessidade de pressionar um ou outro botão, segundo as letras que apareciam na tela em sequência (k-t-d-q-vqv#d) num intervalo de quinhentos milissegundos.

O mapa neuronal de atividades mostrava que a ação era codificada nos córtex parietal e frontal em até dez segundos antes de a informação se tornar acessível, ou melhor, disponível conscientemente para o agente. As imagens de IRMF deste experimento indicavam intensa atividade nas áreas corticais supracitadas, levando a sugestão de que aquelas redes neuronais processavam estímulos referente à decisão. Quando o sujeito estava prestes a tomar uma decisão, a ativação do córtex frontal e parietal já indicava que o cérebro havia iniciado os procedimentos, enviando o comando para área motora. Baseado neste experimento, Haynes sugere a possibilidade de prever o pensamento do sujeito, pois dependendo da área ativa, é possível saber que tipo de pensamento o sujeito está tendo, embora o conteúdo possa permanecer desconhecido; – talvez por enquanto.

Esta hipótese ganha cada vez mais adeptos em virtude destas supostas evidências que provam o atraso entre intenção de agir e a ação. Conforme muitos neurocientistas afirmam, há uma rede neuronal interligando várias áreas do cérebro que controla os procedimentos iniciais de uma decisão vindoura muito antes de o sujeito pensar conscientemente na mesma decisão, e esta hipótese tende a se confirmar num futuro próximo, segundo, por exemplo, Singer (2002, 2003, 2004).Os pesquisadores concluíram que a serotonina modula o componente de valor dentro do sistema de aprendizado mediando a seleção de ações direcionadas para uma ação baseada no hábito. Outros experimentos com humanos sugerem que a serotonina influencia o aprendizado de eventos aversivos e o ajuste do comportamento. A remoção de triptofano altera o aprendizado de recompensas e o pensamento probabilístico e ainda pode retardar o aprendizado sobre consequências ruins, levando o indivíduo a escolher a ação com pouca ou nenhuma recompensa. Wood et al. (2006) forneceram mais evidências que apoiam a hipótese; eles removeram o triptofano do cérebro de adultos normais durante o jogo do dilema do prisioneiro (um problema da teoria dos jogos e escolha racional), e o resultado mostrou diminuição da cooperação entre os agentes.

Rogers (2011) sustenta que o papel da dopamina e serotonina no comportamento é fundamental porque as substâncias influenciam nas escolhas sociais através da modulação de funções avaliativas. O autor cita Behrens, Hunt & Rushworth (2009), que defendem a ideia de que mecanismos cerebrais *determinam* o comportamento social; segundo os autores, comportamentos sociais baseiam-se em duas redes de sistemas neurais – uma mediando o reforço no aprendizado (região dorsomedial pré-frontal) e outra apoiando a operação de mentalização ou inferência sobre intenções e estados mentais de parceiros sociais (junção parietal temporal).

Racionalidade da Neurociência

Caso as exposições acima se confirmem como conhecimento científico genuíno, haveria uma reviravolta na imagem humana, construída ao longo dos séculos. A nova perspectiva suscita questionamentos: há racionalidade e liberdade irrestrita, como sustenta o MCR? Se não há, seria o agente "irracional" em ações cotidianas – conclusão deduzida a partir dos três casos supracitados. Não haveria possibilidade de ação racional, pois a natureza neurobiológica não permitiria deliberação consciente? Seria o cérebro o real causador das ações em níveis inconscientes? Sob esta perspectiva, não haveria espaço para deliberação racional. *Contudo*, outra pergunta deveria vir primeiro: Que tipo de critério racional os neurocientistas estão empregando para justificar suas afirmações, se em última análise, não há volição e ação consciente racional?

Experimentos em psicologia do juízo demonstraram o desvio normativo e a violação das regras lógicas, evidenciando uma lacuna entre normatividade e comportamento atual dos agentes, e alguns neurocientistas sugerem não haver controle consciente sobre as ações, visto que o agente apenas recebe o comunicado da decisão tomada em nível inconsciente no/pelo cérebro. Se o empreendimento neurocientífico confirmar a irracionalidade e ausência de volição e ação consciente racional, então a sociedade (o conjunto dos agentes) será obrigada a abandonar a imagem tradicional de *homem racional* e, consequentemente, deverá estabelecer uma nova imagem, pós-humana, o *homem neuronal*, determinada pela ação do cérebro e não por sua consciência racional. É este caminho que se está trilhando?

Dito de outra forma: segundo os achados recentes, haveria uma falha inerente à natureza humana, decorrente em última instância, da neurobiologia evolutiva – o fato de o cérebro resultar de processos evolucionários cegos que o programaram para decidir com eficiência o comportamento mais adequado dado à situação. Esta condição biológica imporia uma limitação baseada na genética, visto que apesar das tentativas de se estabelecer *normas* e *regras*, agentes reais nunca agiriam de modo racional tal como os filósofos do passado afirmavam.

A discussão faz emergir a possibilidade de igualar mecanismos neurobiológicos com irracionalidade, ou pelo menos com racionalidade restrita. Certamente, a tese da racionalidade irrestrita não parece ser uma representação realista da agência humana. Mas, irracionalidade irrestrita, como vem sendo sugerido por alguns neurocientistas também não parece ser o caso, pois em última instância há alguém no controle que é capaz de emitir juízos e avaliações. Em outras palavras, a percepção ou o reconhecimento de que não há racionalidade irrestrita (e.g., desvios de normas, ausência de deliberação consciente em alguns atos, etc.) implica, necessariamente, na existência de uma racionalidade mínima que avalia e emite juízos sobre asserções, *incluindo* aquelas asserções supracitadas sobre ausência de volição e racionalidade.

Posicionamento Crítico: Filosofia das Neurociências

O empreendimento neurocientífico suscita perguntas que um filósofo interessado em epistemologia faria, a saber: quais os fundamentos racionais da neurociência? Que tipo de empreendimento é a neurociência? Por que dever-se-ia aceitar as afirmações da neurociência, e.g., de que não há deliberação racional consciente e nem liberdade de escolha em virtude de o cérebro estar geneticamente programado para tomar as decisões em nível inconsciente? Até que ponto a neuroquímica e a neuroanatomia podem determinar as ações humanas conscientes racionais?

As perguntas se multiplicam: seria a agência racional-consciente apenas uma ilusão engendrada pela seleção natural que moldou cérebros complexos como o humano, capaz de antecipar e tomar decisões no lugar do agente? Estes candidatos a argumento neurocientífico são suficientemente robustos para substituir o MCR? O que significa dizer que o agente racional não delibera, pois o cérebro já iniciou os procedimentos da ação, indicando que não há ninguém no comando? Qual a implicação desta hipótese? Como avaliar estes supostos achados do ponto de vista da filosofia da ciência? As perguntas não se esgotam, mas por hora já são suficientes para efetuar uma

avaliação crítica da neurociência. Em suma, dever-se-ia examinar a atividade neurocientífica criticamente por meio de uma filosofia da neurociência.

É conveniente lembrar que as afirmações da neurociência são *prima facie* contra-intuitivas, no entanto, podem vir a se confirmar mais adiante, tal como ao longo da história das ciências, certas teorias contra-intuitivas se confirmaram e outras foram abandonadas em favor de teorias com maior poder explicativo. *Vide* a substituição do modelo astronômico geocêntrico pelo heliocêntrico copernicano na física moderna. Esta é a dinâmica do conhecimento, novos conhecimentos surgem e substituem os antigos. Porém, o tipo de conhecimento presente na *argumentação racional* de alguns neurocientistas parece ainda não ter força suficiente para substituir o MCR.

Em outras palavras, as *razões* da neurociência não estão bem fundamentadas haja vista ser uma ciência recente em fase pré-paradigmática, em busca de uma fundamentação segura. Mas fornecer fundamentos seguros é fornecer razões (Wittgenstein, 1984), e, nestes termos, como um empreendimento supostamente racional pretende demonstrar que o homem não é tão racional como se pensava e, ao mesmo tempo, se posiciona como substituto do MCR oferecendo "razões"?

Se a sugestão de que não há racionalidade nas ações tem pretensão de ser verdadeira, cabe a pergunta: *Como um cérebro biologicamente limitado e irracional pode provar a irracionalidade?* Ora, não haveria parâmetro para determinar a verdade das asserções, nem desta e nem de qualquer pergunta, pois é o cérebro em níveis inconscientes (sem avaliar ou deliberar) quem executa isto. A conclusão desta proposta é que não há racionalidade na ação e nem volição. Contudo, as afirmações acima são geradas nos cérebros de seus defensores, i.e., o mesmo cérebro que se antecipa às ações e apenas envia o comunicado ao agente. Isto quer dizer que o mesmo cérebro referido nas afirmações e real causador das ações, decide e comunica ao agente sua decisão, *incluindo as afirmações dos neurocientistas*. Este raciocínio viola o princípio aristotélico de não contradição, o que é um contrassenso.

Ao contrário do *argumento* defendido por alguns neurocientistas (Haggard, Dylan-Haynes, Eagleman, e Singer), o argumento *racional* deste texto é que não há ainda *motivo* ou *razão* suficientemente convincente para aceitar as alegações da neurociência, devido a um conjunto de limitações e fraquezas na forma da argumentação. O que existe atualmente é uma tentativa desarrazoada de substituir algo assente por uma concepção desprovida de bases sólidas, ainda em fase de experimentação que necessita de argumentos robustos.

Apesar dos achados recentes notáveis, as neurociências ainda utilizam instrumentação limitada e deficiente, pouca experimentação e experimentos com tarefas simples como apertar botões, e que não espelham a real atividade consciente de tomar decisões (De Sousa, 2011). O que tem sido apresentado até agora, é uma colcha de retalhos descritiva (Craver, 2007) que não pode ser considerada um argumento. O ambiente experimental tipicamente resume-se no seguinte cenário: o pesquisador insere o participante numa máquina de IRMF e/ou conecta eletrodos a fim de medir a atividade neuronal (espacial e temporal) no momento da execução de tarefas simples, por exemplo, mover os olhos ou apertar um botão quando houver uma mudança na tela, e daí mapeiam-se redes neuronais que são ativadas durante aquela tarefa.

Baseados em protocolos experimentais simplistas, alguns neurocientistas sugerem hipóteses e afirmações. Contudo, *sugerir não é explicar.* A explicação para ser considerada científica deve conter certas características (e.g., a identificação de relações e mecanismos causais que se interconectam, níveis, entidades, leis, etc.) que, por hora, estão ausentes das explicações neurocientíficas que apenas sugerem certas correlações, sem apontar causas; no máximo identificam meras correlações, e correlação não implica em causação necessariamente (De Sousa, 2014a, 2014b).

A crítica exposta aqui não está direcionada à limitação do ambiente experimental, pois toda ciência precisa trabalhar com modelos simplificados e em cenários controlados. O ponto em debate é que estes experimentos são demasiadamente limitados para captar a complexidade de ações humanas. Tentar inferir uma conclusão tão forte como a ausência de racionalidade e liberdade baseada em experimentação simplista é falacioso.

Além disso, os instrumentos empregados na identificação de grupos neurais são ainda imprecisos, captando atividade de fundo, possuindo atrasos temporais, e baixa resolução espacial, o que pode comprometer os dados. A partir desta

doutrina neuronal há a *intenção deliberada* de sugerir certas ideias baseadas em escassos estudos, e acima de tudo, usando instrumentos imprecisos, embora eficientes em alguns momentos como IRMF, EEG, TEP[13] e EMT[14].

O IRMF possui uma resolução espacial apropriada ao tentar identificar redes neurais ativas e regiões corticais que participam da execução de certas tarefas, mas é uma ferramenta limitada, porque não é capaz de captar fluxo sanguíneo em vasos mais finos. Há ainda atrasos temporais de segundos quando operações cognitivas ocorrem em milissegundos; além disso, não é tão preciso na captação de atividade neural aparentemente sem relação com a tarefa em estudo, levando a interpretações erradas, identificando causação onde existem meras correlações. O EEG por sua vez tem boa resolução temporal e é facilmente manipulável. No entanto se mostra impreciso na resolução espacial, além de captar atividade de fundo constante (ruído) que pode ser identificada erroneamente.

O TEP possui boa resolução espacial em 3-D e consegue identificar algumas redes neurais ativas diretamente relacionadas com a tarefa estudada, mas peca na resolução temporal, possuindo um atraso semelhante ao do IRMF, além de ser invasivo devido à necessidade de ingestão de moléculas radioativas de fluordeoxiglicose (FDG-18F) e da necessidade do emprego de cíclotron.[15] Além disso, não consegue captar com precisão a atividade de redes neuronais específicas, sendo superficial, captando atividade neural de fundo.

Porém as limitações certamente serão sanadas com o avanço da tecnologia. O ponto em foco é que os experimentos atuais e os resultados obtidos são produzidos a partir destes instrumentos imprecisos e grosseiros, e, portanto, não devem ser tomados como confiáveis (De Sousa 2011, 2014a, 2014b). Há dúvidas sobre a calibragem e a programação dos aparelhos – uma falha pode modificar os resultados e induzir a interpretações equivocadas. Podem existir dados discrepantes não somente entre aparelhos mal calibrados, mas em aparelhos de marcas diferentes. Há ainda questionamentos sobre a replicabilidade dos experimentos e interpretação dos dados produzidos pelos aparelhos; quantas vezes os estudos foram executados? Quais os laboratórios o replicaram? Houve exames minuciosos dos protocolos experimentais? Os experimentos foram replicados em quais condições?

Diante do exposto, parece razoável afirmar que a tentativa de substituir o modelo clássico de racionalidade humana demandará maior investigação e argumentos mais sólidos, baseados em larga experimentação, utilizando instrumentos confiáveis, replicação e exames constantes. Argumentos desarrazoados, baseados em pouca experimentação, não conseguirão desbancar este modelo.

Em adição a isto, vale lembrar que não há um posicionamento contra o empreendimento neurocientífico. Pelo contrário, há uma aposta positiva na tentativa de entender a natureza humana do ponto de vista das ciências, contudo, há sérias ressalvas referentes ao que alguns neurocientistas têm afirmado. A proposta aqui é estabelecer bases sólidas para que os argumentos da neurociência se sustentem. Caso contrário, será impossível substituir o modelo clássico de racionalidade.

O cerne da questão é a tentativa de provar a irracionalidade de nossas ações usando cérebros supostamente irracionais, pois "inconsciente" está sendo igualado à "irracional" nos textos neurocientíficos. Se o cérebro toma a decisão em nível inconsciente e o agente só recebe um comunicado, então, *a fortiori*, não há racionalidade na ação porque não há espaço para deliberação racional. Destaca-se a tese do MCR: agir racionalmente é agir segundo razões e motivos.

Retomando o raciocínio, o mesmo cérebro presente nos neurocientistas, seria o real causador das ações no mundo, e, como tal, o responsável pelas asserções neurocientíficas sobre a irracionalidade humana, algo *non sequitur*. Parece haver uma contradição: se não há agência racional, então não há sequer uma racionalidade mínima para avaliar as próprias asserções neurocientíficas. Aceitar ou não estas asserções pressupõe uma racionalidade mínima, e, portanto, em última análise, tem de haver um grau mínimo de racionalidade (uma espécie de núcleo duro) que permita ao agente consciente decidir-se sobre suas ações, inclusive decidir aceitar ou não as alegações neurocientíficas. Esta margem mínima que exige racionalidade para avaliar o mundo, licencia os neurocientistas a formularem suas hipóteses.

Racionalidade Restrita: Uma Alternativa

A partir do que foi afirmado supra, parece plausível atribuir à natureza humana um grau de racionalidade, um reconhecimento que conduz ao argumento que visa diminuir a margem de racionalidade, porém *sem* abandoná-la. A chamada "racionalidade restrita" sustenta a tese de que o ser humano não é tão racional como pensava-se que fosse (De Sousa 2009/2014; Cherniak, 1986), mas ainda sim, admite a existência de um agente racional no controle. O fulcro do argumento é que agentes racionais não são seres oniscientes, mas são realizadores de inferências que contam como racionais. As inferências são baseadas em heurística e são calibradas segundo o contexto.

Uma concepção mais realista e plausível de racionalidade, diferente do *modelo clássico de racionalidade* e das indagações da psicologia do juízo e das neurociências reconheceria, que a racionalidade humana é restrita. Há uma margem mínima de racionalidade ou uma racionalidade limitada (*bounded rationality*). Parece evidente a existência de um grau mínimo de racionalidade que, de fato, foi gerado por processos evolucionários, e não há negação desta tese.

Contudo, a seleção natural dotou o *Homo Sapiens* de uma racionalidade mínima e cérebros altamente complexos que executam o trabalho não menos importante de regular e controlar mecanismos neurobiológicos inconscientes como respiração, navegação espacial, transporte de oxigênio, controle de temperatura, etc. e, ao mesmo tempo, liberou o agente consciente − embora dependente do cérebro − para deliberar e ponderar racionalmente, através de raciocínios contrafáticos e probabilísticos, a melhor estratégia de ação em determinadas situações que apresentam certas saliências com alto valor de sobrevivência, como situações sociais. O fato a ser admitido é que o homem é um animal social de comportamento complexo e viver em sociedade demanda a solução de um conjunto de obstáculos que requerem o uso de racionalidade.

À confrontação com situações particulares de convívio social entre pessoas com diferentes intenções ocorrem conflitos e há a necessidade natural de detectar engano, confiança, verdade, por meio da avaliação das *razões* e *motivos* do agir – todas estas atividades demandam deliberação e ponderação *racional*. Articular alianças com membros sem empatia com o intuito de alcançar um objetivo comum e, em seguida, assegurar a confiança requer *racionalidade* e a comunicação de *razões* e *motivos* a seus iguais para agir de determinado modo e não de outro.

Situações sociais demandam tomadas de decisão a cada momento, e o truísmo "ninguém é uma ilha" adquire sentido ao se considerar o fato de que o *Homo Sapiens* é um animal social que mantém relações complexas de parentesco, amizade, e precisa lidar com conflitos constantes. Portanto, a vida social impõe obstáculos e demanda a posse de habilidades sociais, que na verdade consistem de análise racional do comportamento do outro através da tentativa de se antecipar à ação, lendo as intenções durante interações sociais. Esta atividade decerto exige a posse de um cérebro complexo capaz de processar as informações detectadas no meio.

O *Homo Sapiens* é um real tomador de decisões tendo como base informação disponível no meio imediato, às vezes comunicada a/ por seus pares e, às vezes, lida através do comportamento público dos agentes. Deste modo, a *racionalidade*, mesmo que restrita, é a característica principal de animais sociais como *Homo Sapiens*, compartilhada em gradações, segundo neuroetologistas, com seus parentes mais próximos, os grandes primatas – animais igualmente sociais. Porém, devido ao tipo de vida social do homem ser diferente dos grandes primatas, houve seleção de estruturas neurais mais complexas no cérebro do *Homo Sapiens* que permitiram o surgimento da racionalidade.

Esta tese é corroborada através de evidências neuroanatômicas que demonstram a presença de estruturas complementares em nosso cérebro chamadas de *neocórtex* (a área frontal do cérebro) que possibilitam a deliberação racional, através da organização de redes neuronais, exclusivamente mobilizadas para processar sinais sociais gerando informação social para decisão. Outros animais não possuem estas estruturas corticais, o que destaca a capacidade racional humana.

Portanto, pensar racionalmente requer a posse de estruturas neuronais capazes de processar informação, contudo, a racionalidade não se restringe ou é determinada por esta condição, e a razão é simples: o *Homo Sapiens* é

um animal social de comportamento complexo que mantêm relações igualmente complexas com o mundo, animal que engana, coopera, articula alianças, compete, mente e visa entender o comportamento dos outros segundo *intenções*. Este tipo de comportamento racional demanda deliberação e avaliação consciente constantemente, embora pressuponha o nível neurobiológico que é apenas a base necessária, porém insuficiente para a explicação do comportamento consciente-racional.

Além disso, a complexidade do cérebro não pode ser subavaliada, pois impõe um obstáculo às neurociências. Existem milhares de mecanismos epigenéticos, de substâncias, proteínas, metabólitos, íons, radicais, metais, sais e outras espécies químicas no corpo humano, que podem se aglomerar de formas incontáveis para produzir bilhões de estruturas transientes que terão propriedades químicas e físicas (eletrobioquímicas) únicas e que poderão interagir entre si em trilhões de possibilidades diferentes, dando origem a diversas propriedades emergentes, como a consciência. Ignorar esta complexidade é ignorar o óbvio. Portanto, não basta somente o cérebro, é necessário que haja interação com o meio ambiente para que este cérebro possa funcionar; um cérebro sem informações sobre o estado de coisas no mundo externo (ambiente natural e social) não teria a menor função evolutiva (De Sousa, 2009/2014).

Considerações Finais

Diante do exposto, pode-se responder a pergunta: O homem é um animal irracional como alguns achados neurocientíficos sugerem? Não. A racionalidade pode ser entendida ainda como a capacidade de agir segundo razões. Exercer esta habilidade pressupõe a existência de estruturas neuronais (localizadas na sua maioria no neocórtex) que habilita o homem a viver em sociedade − uma tarefa nada simples, haja vista que sua natureza o compele a mentir, enganar, cooperar, competir, sempre tendo como fim alcançar um objetivo específico. A racionalidade das ações é medida por meio da identificação de razões e motivos.

Porém, a espécie *Homo Sapiens* possui racionalidade restrita (De Sousa, 2009/2014; Cherniak, 1986). Ao viver em sociedade, é preciso ter a habilidade de detectar mentiras e a confiabilidade das asserções de seus pares para definir a melhor estratégia de ação, dada a informação disponível no meio. Isto é, ser racional, é o máximo a que se pode chegar; agir racionalmente significa agir segundo razões e motivos que sirvam de suporte para alcançar um fim. Se as crenças que suportam a decisão não são as mais adequadas é um assunto que demanda outra discussão.

A posse de estruturas neuronais habilita o homem a agir segundo razões e motivos. Não é a base neuronal que causa a ação, esta última é apenas a estrutura necessária subjacente que processa estímulos físico-químicos captados no meio. É a interação do agente com o meio social que o faz definir estratégias de ação segundo estados de coisas no meio ambiente imediato. A neuroquímica e a genética, embora possam impor limitações àqueles que possuem anomalias, não impedem a interação social por completo. O agente incapaz de executar alguma tarefa certamente se mostra capaz para outras. Phineas Gage, embora tivesse o cérebro danificado, ainda tinha a habilidade de interagir socialmente e conseguia controlar alguns impulsos, demonstrando certo autocontrole ou uma racionalidade mínima.[16]

Além disso, parece irreversível o caminho de estudar o comportamento humano segundo a neurobiologia e a neurociência ao lado das ciências sociais, a fim de fornecer uma explicação racional, sólida e completa da natureza humana. Entretanto, os atuais achados neurocientíficos ainda são insuficientes e escassos e, não servem de suporte para argumentar em favor da ausência de racionalidade e consciência.

Não há a intenção de negar *ab initio* a possibilidade da confirmação das hipóteses propostas pelas neurociências. Contudo, é preciso admitir que há um agente racional capaz de reconhecer a verdade ou a falsidade de certas asserções. Além disso, o modo como alguns neurocientistas argumentam, usando instrumentação, técnicas e protocolos experimentais rudimentares e limitados, não convence. Como uma ciência recente, a neurociência requer ainda discussão crítica sobre

seus fundamentos, uma verdadeira *filosofia da neurociência* que discuta epistemologia, metodologia e ontologia, a fim de garantir o estudo e as conclusões que se seguem dos achados. O argumento científico é, em última instância, um argumento racional, e neurocientistas tentam convencer por meio do oferecimento de razões.

A normatividade das regras não é uma fortaleza, pois agentes supostamente racionais desviam frequentemente das normas estabelecidas, cometendo erros e desvios normativos. Mas, este fato não parece implicar em irracionalidade irrestrita, pois parecem erros de performance. Ao contrário da sugestão de alguns neurocientistas, é possível afirmar que há alguém no comando, há uma racionalidade restrita, pois mesmo aqueles neurocientistas que visam reduzir a racionalidade à neurobiologia decidiram argumentar em favor de suas hipóteses na base da argumentação racional, e este procedimento pressupõe uma racionalidade mínima, o que é a demonstração cabal de que há alguém no controle.

Em suma, Hempel (1962) tem razão: "[O] homem é de fato um ser racional: ele pode fornecer razões para qualquer coisa que ele faça", e Aristóteles, *mutatis mutandis*, ainda está certo: a racionalidade é a marca definidora da natureza humana.

Agradecimentos

Agradeço aos professores Fernando Luna do *Laboratório de Química* e Verusca Reis do *Laboratório de Cognição e Linguagem* da UENF pelas valiosas sugestões.

Texto fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), projetos E-26/111.892/2011 e E-26/110.093/2012.

Referências Bibliográficas

Arnswald, U. S. & Schuett, H-P. (eds.) (2011). *Rationalität und Irrationalität in den Wissenschaften*. Wiesbaden, Verlag Für Sozialwissenschaften.

Barker, F. G. (1995). Phineas among the Phrenologists: the American Crowbar Case and Nineteenth-Century Theories of Cerebral Localization, *Journal of Neurosurgery* 82(4): 672-682.

Banks, W. P. & Pockett, S. (2007). Benjamin Libet's Work on the Neuroscience of Free Will in Velmans, M. & Schneider, S. (eds.) *The Blackwell Companion to Consciousness*. Blackwell.

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science*, 275(5304), 1293-1295.

Beevers, C. G., Marti, C. N., Lee, H.-J., Stote, D. L., Ferrell, R. E., Hariri, A. R., & Telch, M. J. (2011). Associations Between Serotonin Transporter Gene Promoter Region (5-HTTLPR) Polymorphism and Gaze Bias for Emotional Information. *Journal of Abnormal Psychology*, 120(1), 187-197.

Behrens, T. E. J., Hunt, L. T., & Rushworth, M. F. S. (2009). The Computation of Social Behavior. *Science*, 324(5931), 1160-1164.

Bloor, D. (1976). *Knowledge and Social Imagery*. Routledge, London.

Burns, K. & Bechara, A. (2007). Decision Making and Free Will: a Neuroscience Perspective. *Behavioral Sciences & The Law* 25(2): 263-280.

Cherniak, C. (1986). *Minimal Rationality*. MIT Press.

Craver, C. F. (2007). *Explaining the Brain: Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience*. Oxford University Press.

Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A., & Damasio, A. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 264(5162), 1102-1105.

Daw, N. D. (2007). Dopamine: at the Intersection of Reward and Action. *Nature Neuroscience* 10(12): 1505-1507.

De Sousa, C. E. B. (2009). *The Nature Of Qualia: a Neurophilosophical Analysis*. Phd Dissertation, Universität Konstanz, Germany. Disponível em http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-opus-83788.

De Sousa, C. E. B. (2009/2014.). *Classical vs. Bounded Rationality: An Overview*. Texto apresentado ao Departamento de Filosofia da Universidade de Konstanz como um dos requisitos para o recebimento do título de doutor. Artigo submetido.

De Sousa, C. E. B. (2011). Redução nas Ciências Especiais: O Caso da Neurociência. In: *Rumos Da Epistemologia (vol. 11), Temas de Filosofia do Conhecimento (Anais do VII Simpósio Internacional Principia)*. L. H. de A. Dutra & M. Luz (Orgs.). Disponível em: http://www.cfh.ufsc.br/~nel/rumos-vol11-ebook.pdf.

De Sousa, C. E. B. (2014a). *Analyzing Experimental Procedure of Neuroscientific Research on Consciousness and Decision-Making*. Em preparação.

De Sousa, C. E. B. (2014b). *Neuroreductionism: A Survey of the Neuroscientific Explanation*. Em preparação.

De Sousa, C. E. B. (2014c). *On The Foundations of Neuroscience*. Em preparação. (2014c).

Doya, K. (2008). Modulators of Decision Making. *Nature Neuroscience* 11(4), 410-416.

Egan, M. F., Goldberg, T. E., Kolachana, B. S., Callicott, J. H., Mazzanti, C. M., Straub, R. E., Weinberger, D. R. (2001). Effect of COMT Val108/158 Met genotype on frontal lobe function and risk for schizophrenia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(12), 6917-6922.

Eagleman, D. (2012). *Incógnito – As Vidas Secretas do Cérebro*. Editora Rocco, Rio de Janeiro.

Fellows, L. K. (2004). The Cognitive Neuroscience of Human Decision Making: a Review and Conceptual Framework. *Behavioral And Cognitive Neuroscience Reviews* 3(3): 159-172.

Feyerabend, P. (1975). *Against Method Fourth Edition*. Verso, London.

Finger, S. (2001). *Origins of Neuroscience: a History of Explorations into Brain Function*. Oxford University Press.

Frank, M. J., Doll, B. B., Oas-Terpstra, J. & Moreno, F. (2009). Prefrontal and striatal dopaminergic genes predict individual differences in exploration and exploitation. *Nature Neuroscience* 12(8), 1062-1068.

Fried, I., Mukamel, R., & Kreiman, G. (2011). Internally Generated Preactivation of Single Neurons in Human Medial Frontal Cortex Predicts Volition. *Neuron*, 69(3), 548-562.

Gigerenzer, G, Hertwig, R. & Pachur, T. (2011). *Heuristics: The Foundations of Adaptive Behavior*. Oxford University Press.

Gilovich, T. (1993). *How We Know What Isn't So: The Fallibility of Human Reason in Everyday Life*. The Free Press.

Gilovich, T., Griffin, D. & Kahneman, D. (2002). *Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*. Cambridge University Press.

Glannon, W. (2010). Neuroscience and Norms. *Ajob Neuroscience* 1(4): 31-32.

Gross, C. G. (1999). *Brain, Vision, Memory: Tales in The History of Neuroscience*. MIT Press.

Gross, C. G. (2009). *A Hole in the Head: More Tales in the History of Neuroscience*. MIT Press.

Haggard, P. (2005). Conscious Intention and Motor Cognition. *Trends in Cognitive Sciences* 9(6): 290-295.

Haggard, P. (2008). Human Volition: Towards A Neuroscience of Will. *Nature Review Neuroscience* 9(12): 934-946.

Haggard, P. (2011). Decision Time for Free Will. *Neuron* 69(3): 404-406.

Hannun, Y. A. & Boustany, R. M., (2002). *Apoptosis*

in Neurobiology. Taylor & Francis.
Hasler, F. (2012). *Neuromythologie: Eine Streitschrift gegen die Deutungsmacht der Hirnforschung*. Transcipt Verlag, Bielefeld.

Haynes, J.-D. & Rees, G. (2006). Decoding Mental States from Brain Activity in Humans. *Nature Review Neuroscience* 7(7): 523-534.

Haynes, J.-D., Sakai, K., Rees, G., Gilbert, S., Frith, C., & Passingham, R. E. (2007). Reading Hidden Intentions in the Human Brain. *Current Biology*, 17(4), 323-328.

Hempel, C. G. (1962). Rational Action, *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* Vol. 35, (1961 - 1962), pp. 5-23.

Hirvonen, M., Laakso, A., Nagren, K., Rinne, J. O., Pohjalainen, T., & Hietala, J. (2004). C957T polymorphism of the dopamine D2 receptor (DRD2) gene affects striatal DRD2 availability in vivo. *Mol Psychiatry*, 9(12), 1060-1061.

Jessup, R. K. & J. P. O'Doherty (2011). Human Dorsal Striatal Activity during Choice Discriminates Reinforcement Learning Behavior from the Gambler's Fallacy. *The Journal of Neuroscience* 31(17): 6296-6304.

Kahnt, T., Grueschow, M., Speck, O. & Haynes, J. D. (2011). Perceptual Learning and Decision-Making in Human Medial Frontal Cortex. *Neuron* 70, 549-59.

Kahnt, T., Heinzle, J., Park, S. Q. & Haynes, J. D. (2010). The Neural Code of Reward Anticipation in Human Orbitofrontal Cortex. *Proceedings of The National Academy of Sciences of the USA* 107, 6010-5.

Kuepper, Y., Wielpuetz, C., Alexander, N., Mueller, E., Grant, P., & Hennig, J. (2012). 5-HTTLPR S-allele: a genetic plasticity factor regarding the effects of life events on personality? *Genes, Brain and Behavior*, 11(6), 643-650.

Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. University Of Chicago Press.

Kvanvig, J. L. (2005). Truth is not the Primary Epistemic Goal, In: *Contemporary Debates in Epistemology*, Eds. E. Sosa & M. Steup, 285-96, Oxford: Blackwell.

Latour, B. & Woolgar, S. (1986). *Laboratory Life: the Construction of Scientific Facts*. Princeton University Press.

Libet, B. (1985). Unconscious Cerebral Initiative and the Role of Conscious Will in Voluntary Action. *Behavioral And Brain Sciences* 8(4): 529-539.

Libet, B., A. Freeman, & Sutherland, K.. (1999). *The Volitional Brain: Towards a Neuroscience of Free Will*. Thorverton, Imprint Academic.

Machamer, P. K., Grush, R., & Mclaughlin, P. (2001). *Theory and Method in the Neurosciences*. Pittsburgh, Pa.: University Of Pittsburgh Press.

Macmillan, M. (2000). *An Odd Kind of Fame: Stories of Phineas Gage*. The MIT Press; 1st Edition.

Macmillan, M. (2008). Phineas Gage – Unravelling the Myth, *The Psychologist*, Vol. 21, Part 9.

Mele, A. R. & Rawling, P. (2004*). The Oxford Handbook of Rationality*. Oxford; New York, Oxford University Press.

Miguens, S. (2004). *Racionalidade*. Campos das Letras S. A., Porto, Portugal.

Nozick, R. (1994). *The Nature of Rationality*. Princeton University Press.

O'Doherty, J., Dayan, P., Schultz, J., Deichmann, R., Friston, K., & Dolan, R. J. (2004). Dissociable Roles of Ventral and Dorsal Striatum in Instrumental Conditioning. *Science*, 304(5669), 452-454.

Perry, E. K., Ashton, H. & Young, A. H. (2002). *Neurochemistry of Consciousness: Neurotransmitters in Mind*. Amsterdam; Philadelphia, J. Benjamins Pub. Co.

Pessiglione, M., Seymour, B., Flandin, G., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2006). Dopamine-dependent prediction errors underpin reward-seeking behaviour in humans. *Nature*, 442(7106), 1042-1045.

Platt, M. L. (2002). Neural Correlates of Decisions. *Current Opinion in Neurobiology* 12(2): 141-148.

Plous, S. (1993). *The Psychology of Judgment and Decision Making*, New York: Mcgraw-Hill.

Purves, D. (2008). *Principles of Cognitive Neuroscience*. Sinauer Associates Inc; 1 Edition.

Rakic, P. (2002). Neurogenesis in Adult Primate Neocortex: an Evaluation of the Evidence. *Nature Review Neuroscience* 3(1): 65-71.

Reuter, M., Weber, B., Fiebach, C. J., Elger, C., & Montag, C. (2009). The biological basis of anger: Associations with the gene coding for DARPP-32 (PPP1R1B) and with amygdala volume. *Behavioural Brain Research*, 202(2), 179-183.

Riba, J., Krämer, U. M., Heldmann, M., Richter, S. & Münte, T. F. (2008). Dopamine Agonist Increases Risk Taking but Blunts Reward-Related Brain Activity. *PLOS One* 3(6): E2479.

Rogers, R. D. (2011). The Roles of Dopamine and Serotonin in Decision Making: Evidence From Pharmacological Experiments in Humans. *Neuropsychopharmacology* 36(1): 114-132.

Shadlen, M. N., & Roskies, A. L. (2012). The neurobiology of decision-making and responsibility: Reconciling mechanism and mindedness. *Frontiers in Neuroscience*, 6.

Shima K., & Tanji J. (2000). Neuronal Activity in the Supplementary and Presupplementary Motor Areas for Temporal Organization of Multiple Movements *Journal of Neurophysiology* 84:2148-2160.

Bibliografia Complementar

De Sousa, C. E. B. (2012). Informação Naturalizada: Detecção e Decisão em Sistemas Cognitivos. In: Lyra, P. (ed.) *Conhecimento em Processo: Ensaios Interdisciplinares sobre Linguagem e Cognição*, Editora Tempo Brasileiro.

Gould, T. D. & Manji, H. K. (2005). DARPP-32: A Molecular Switch At The Nexus Of Reward Pathway Plasticity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(2): 253-254.

Grace, A. A., Floresco, S. B., Goto, Y., & Lodge, D. J. (2007). Regulation of firing of dopaminergic neurons and control of goal-directed behaviors. *Trends in Neurosciences*, 30(5), 220-227.

Hardcastle, V. G. (2007). The Theoretical and Methodological Foundations of Cognitive Neuroscience. In P. Thagard (ed.) *The Handbook of the Philosophy of Science: Philosophy of Psychology and Cognitive Science*, Elselvier.

Singer, W. (2002). *Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung*. Suhrkamp, Frankfurt Am Main.

Singer, W. (2003). *Ein Neues Menschenbild? Gespräche über Hirnforschung*. Suhrkamp, Frankfurt Am Main.

Singer, W. (2004). Verschaltungen Legen uns Fest. Wir Sollten Aufhören, von Freiheit zu Sprechen. In: Geyer, Christian (Hrsg.): *Hirnforschung und Willensfreiheit. zur Deutung der Neuesten Experimente*. Suhrkamp, Frankfurt.

Singer, W. (2011). Wer Regiert im Kopf? – Philosophische Implikationen der Hirnforschung, *Nova Acta Leopoldina* Nf 110(377): 325-352.

Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.-J., & Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11(5), 543-545.

Wegner, D. M. (2002). *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, Ma: Mit Press.

Wittgenstein, L. (1984). *Über Gewißheit*. Suhrkamp, Frankfurt Am Main.

Wood, R. M., Rilling, J. K., Sanfey, A. G., Bhagwagar, Z., & Rogers, R. D. (2006). Effects of Tryptophan Depletion on the Performance of an Iterated Prisoner's Dilemma Game in Healthy Adults. *Neuropsychopharmacology*, 31(5), 1075-1084.

Matsuhashi, M. & Hallett, M. (2008). The Timing of The Conscious Intention to Move. *European Journal of Neuroscience* 28(11): 2344-2351.

Spohn, W. (2002). The Many Facets of the Theory of Rationality. *Croatian Journal of Philosophy* 2 (3):249-264.

Wegner, D. M. (2003). The Mind's Best Trick: How We Experience Conscious Will. *Trends in Cognitive Sciences* 7(2): 65-69.

Notas

- Ver por exemplo, os números especiais de *Frontiers in Decision Neuroscience* (http://www.frontiersin.org/Decision_Neuroscience/researchtopics) e da *Nature Neuroscience* (http://www.nature.com/neuro/journal/v11/n4/index.html). Verificar também laboratórios e centros de pesquisas sobre o tema: *The Decision Neuroscience Lab*, University of Illinois (http://www.decisionneurosciencelab.org/), *The Decision Neuroscience Laboratory*, Stanford University (http://psych.stanford.edu/~dnl/), *Neural Decision Science Laboratory*, The University of Arizona, *The Donders Institute for Brain, Cognition and Behavior* at Radboud University Nijmegen, and the University of Trento (http://www.decisionneurosciencelab.com/), dentre outros.
- Apesar da tentativa por parte de alguns estudiosos de datar as origens da neurociência na Antiguidade Grega (Finger 2001, Gross 1999, 2009), as neurociências só se estabeleceram como ciências comportamentais após o advento de novos métodos e instrumentos como FMRI e PET (De Sousa, 2014c).
- Ver por exemplo, o livro recém-traduzido para o português, *Incógnito, as vidas secretas do cérebro*, de David Eagleman, neurocientista que defende a tese de que o cérebro executa todas as operações e somente informa ao sujeito sua decisão prévia.
- Embora existam alguns filósofos trabalhando com filosofia da neurociência, por exemplo, Valerie Hardcastle, Jacqueline Sullivan, Antti Revonsuo, William Bechtel, Carl Craver, Walter Glannon, John Bickle, entre outros.
- Uma capacidade que envolve a fala e o raciocínio lógico (*zoon logon echon*). Segundo Sofia Miguens (2004), não há em Aristóteles uma definição explícita de "homem animal racional", mas afirmações sobre a habilidade de falar e usar a razão (*lógos*) e o intelecto (*nous*) para abstrair de realidades universais ideias e as articular em pensamento e em ciência.
- Kuhn merece ser excetuado da acusação de defender o relativismo e a irracionalidade na ciência. Esta abordagem partiu da sociologia da ciência, mas Kuhn foi contra estas conclusões e as negou veementemente. O autor apenas introduziu a história da ciência na filosofia da ciência da época justificando que a aceitação de certas teorias passa pela aprovação da comunidade científica. Sobre este assunto, ver a parte dois, *Comentários e Réplicas,* de *The Road Since Structure*, ed. J. Conant & J. Haugeland, Chicago: University of Chicago Press (2000).
- Viés comum em textos neurocientíficos.
- Maiores detalhes podem ser encontrados em Gilovich (1993) e Gilovich, Griffin. & Kahneman (2002), e Plous (1993).
- Receptor que inicia o mecanismo de trocas químicas entre células.
- Droga antipsicótica usada no tratamento de esquizofrenia que age diretamente no sistema dopaminérgico.
- Substância usada no tratamento do mal de Parkinson que age na restauração do equilíbrio da liberação de dopamina na substância negra, mas possui efeitos colaterais.
- Este experimento parece fazer uma distinção entre "pessoa" e "cérebro", um tipo de dualismo cartesiano. Porém nem Libet e nem seus críticos perceberam isto. O presente texto não visa discutir a ontologia da mente, mas a epistemologia da neurociência. Um estudo mais detalhado sobre se há uma separação entre pessoa e cérebro deve ser efetuado em outro lugar.
- Tomografia por emissão de pósitrons.
- Estimulação magnética transcraniana.
- Equipamento no qual um feixe de partículas sofre a ação de um campo elétrico com uma frequência alta e constante em um campo magnético perpendicular estático.
- Após o acidente, Gage passou a ganhar a vida expondo seu acidente em apresentações públicas e como motorista de carruagens até morrer, treze anos depois do acidente. Pelo que consta, sua morte foi causada por complicações resultantes de convulsões epiléticas.