

## Contribuições recentes da Neurociência à Psicologia\*

*Emílio Takase<sup>1</sup>*

Universidade Federal de Santa Catarina

### Resumo

O cérebro já foi visto como um órgão estático, uma caixa-preta, sem relevância para a compreensão do comportamento humano. Porém, nas últimas décadas as pesquisas sobre o cérebro estão mostrando um papel significativo na compreensão do comportamento humano, indicando que a neuroplasticidade é influenciada por vários fatores: hormônios, ambiente, drogas, idade, nutrição, entre outros. Não se trata somente de compreender como estes fatores afetam o cérebro e o comportamento, mas é importante entender como melhorar e

### Abstract

The brain has usually been seen as a static organ, or a black box of no importance for understanding human behavior. However, in recent decades many findings in the neuroscience field have changed this perception. For example, studies of the brain are useful for understanding the effects of hormones, drugs, age and nutrition on the behavior of many organisms. These findings help improve theories about aging and neuroplasticity, and have practical appli-

\* *Recent contributions of neuroscience to psychology*

<sup>1</sup> Endereço para correspondências: Laboratório de Neurociência do Comportamento, Departamento de Psicologia, CFH, UFSC, 88040-900, Florianópolis, SC (Email: takase@cfh.ufsc.br).

manter a saúde. O presente artigo tem por objetivo apresentar as contribuições recentes de pesquisas da Neurociência Cognitiva e Comportamental para a Psicologia.

**Palavras-Chave:** Neurociência, Psicologia, saúde, desenvolvimento.

cations for health services. The purpose of this article is to discuss the recent contributions of cognitive and behavioral neuroscience for psychology.

**Keywords:** Neuroscience, Psychology, health, development.

### Introdução

**A** pós a década do cérebro (1990-2000), as pesquisas em Neurociência cresceram muito. Podemos observar pesquisadores de diversas áreas estudando o cérebro, desde o neurocientista que estuda os aspectos sociais (DECETY e SOMMERVILLE, 2003; DECETY e CHAMINADE, 2003; HARMON-JONES e DEVINE, 2003; HARRIS, 2003), engenheiros que desenvolvem modelos computacionais (DESOLNEUX et al., 2003) ou um psicólogo que pesquisa a relação entre fé/crença e cérebro (GALLAGHER et al. 2002; BOYER, 2003). Trata-se de investigações multidisciplinares, nos quais cada profissional busca investigar a dinâmica do cérebro.

Este trabalho multidisciplinar, através das pesquisas em Neurociência, tem contribuído significativamente para a compreensão do homem nas suas diversas interações com o meio e consigo mesmo, principalmente através do mapeamento cerebral. Por outro lado, ainda existe uma grande dificuldade dos profissionais da saúde em compreender que o nosso comportamento é orquestrado pelo cérebro. Assim, com a crescente divulgação sobre as pesquisas sobre o cérebro, já podemos sinalizar um movimento destes profissionais buscando uma integração com a sua área de conhecimento e a Neurociência (MILLER e KELLER, 2000).

A partir de uma revisão bibliográfica, pretendo mostrar as contribuições recentes da Neurociência para a ciência psicológica e o quanto é importante aos psicólogos compreenderem a Neurociência Cognitiva e Comportamental (NCC)<sup>2</sup>. O objetivo é explorar o conhecimento

<sup>2</sup> As áreas da Neurociência Cognitiva e Comportamental que estão contribuindo na compreensão da dinâmica do cérebro para a Psicologia.

que temos sobre o cérebro, ressaltando a importância desse conhecimento para a compreensão do ser humano e, dessa forma, contribuir para o avanço da ciência psicológica. Negligenciar os avanços da Neurociência e a enorme quantidade de artigos publicados sobre o cérebro significa impedir que as teorias psicológicas ganhem maior status científico.

É espantoso o número de periódicos e livros existentes na área do cérebro. Desde a última década, foram editados vários periódicos especializados sobre o cérebro, como podemos verificar na base de dados da *ScienceDirect*<sup>3</sup>, além de outras bases de dados que publicam revistas especializadas na área da Neurociência, como a *The Gale Group* e *Ovid Technologies*, ambas disponíveis via o portal da CAPES ([www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)). O que presenciamos, então, é um grande volume de artigos publicados anualmente, comparado como de dez anos atrás sobre o cérebro.

Diante do número de artigos publicados em Neurociência e áreas afins (Psiquiatria, Neurologia, entre outras), o psicólogo de hoje não pode mais ignorar os resultados das pesquisas nessas disciplinas. Além disso, a tecnologia de rede de comunicação e divulgação tem facilitado significativamente na socialização e na construção do conhecimento, permitindo a compreensão maior do homem na sua dimensão psicológica/mental, física e ambiental. Esta tecnologia de rede, a internet por exemplo, tem publicado as pesquisas realizadas sobre o cérebro através de reportagens/matérias, como a *da American Association for the Advancement of Science* (<http://www.eurekaalert.org/>) e publicação de livros. Desde o surgimento da internet, as reportagens publicadas têm contribuído significativamente na socialização do conhecimento, cada vez mais acessíveis aos usuários para a compreensão do cérebro. Da mesma forma, livros como o de Herculano-Houzel (2002), *Cérebro nosso de cada dia*, no qual a autora escreve de forma compreensível para o público leigo, são outro meio de divulgação sobre o cérebro que tem crescido muito nos últimos anos. Na verdade são inúmeros os livros publicados por diversos autores com linguagem acessível, como os livros de Damásio (1996), LeDoux (1998), Ramachandran e Blakeslee (2002), Horgan (2002), entre outros, sobre a Neurociência.

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>.

Apesar das recentes publicações, ainda é pequena a participação dos psicólogos nos avanços científicos da Neurociência, principalmente no Brasil. Para estimulãr a participação da Psicologia nessa área, em dezembro de 2003 foi publicado no Portal da *American Psychology Association* (APA) um programa para o treinamento em Neurociência para os estudantes de Psicologia norte-americanos ([www.apa.org](http://www.apa.org)). É um início que pode contribuir nas mudanças de conceitos e teorias psicológicas em relação ao homem.

Muitas dessas mudanças são os resultados das pesquisas em NCC que têm um papel significativo para a compreensão da mente e do comportamento humano, comparadas a outras áreas da saúde (DAVIS et al., 1988; KOLB e WHISHAW, 1998; KEIL et al., 2000; DECETY e SOMMERVILLE, 2003; BAARS et al., 2003). Pelo volume de artigos publicados na NCC, podemos sugerir que a Neurociência está mais para a ciência psicológica do que qualquer outra ciência da saúde. Além disso, nos últimos anos tem aumentado o número de laboratórios de Psicologia em Neurociência, assim como a participação de psicólogos em eventos científicos. Isso mostra a conscientização cada vez mais da importância da NCC na compreensão psicológica do homem.

Podemos, então, observar que nos últimos anos há um esforço grande dos cientistas em compreender melhor o cérebro humano, com seus 100 bilhões de neurônios e mais de 100 trilhões de conexões sinápticas. Em termos comparativos, a nossa espécie é um organismo mais complexo, exibindo suas particularidades no modo de pensar, sentir, agir, sonhar e outras particularidades.

Mas o que torna a nossa espécie mais complexa é a consciência humana? Desde que Wundt (1873-1874) escreveu o livro *Principles of Physiological Psychology*, e William James (1890), *Principles of Psychology*, a compreensão da consciência/mente ainda tem desafiado os cientistas. Abaixo, quando a palavra *consciousness* e *mind* são inseridas em uma pesquisa bibliográfica na SciencDirect, observa-se que mais de 2.000 artigos já foram publicados (Tabela 1).

**Tabela 1**  
**Relação entre a palavra-chave e o número de artigos publicados na *ScienceDirect***

Palavras-chaves	Número de artigos publicados
Consciousness	2.284
Mind	4.631

De qualquer forma, o desafio de desvendar o mistério da consciência/mente ainda continua. Será, então, que a dificuldade está no número de neurônios e suas conexões sinápticas na compreensão da consciência ou o fato de que o que eu/*self* percebe uma realidade, enquanto que o cérebro “percebe” de outra forma? Será que as respostas poderão vir a partir das pesquisas da Física Quântica?

As pesquisas sobre a consciência com enfoque em Física Quântica referem-se às questões sobre como os processos quânticos podem apresentar um papel decisivo na compreensão das atividades cerebrais (WOOLF e HAMEROFF, 2001; HAMEROFF, 2002). Alguns eventos têm focado estas questões como, por exemplo, as Conferências de Tucson<sup>4</sup> que são realizadas anualmente e discutem a consciência a partir de várias abordagens. Nessas discussões a ênfase principal é se a indeterminação da Mecânica Quântica, especialmente no curso do processo de medição, pode abrir a porta para a ação de uma consciência da função fisiológica do cérebro. Nesse sentido, é dito muito pouco sobre a estrutura complexa do cérebro, no qual os processos quânticos poderiam efetivamente atuar.

Os estudos que estão sendo realizados por cientistas das áreas biológica, física e de computação sugerem que podemos compreender o funcionamento do cérebro através dos conhecimentos/princípios que a Física Quântica está desenvolvendo. Por exemplo, as pesquisas realizadas na computação por Gerstein e Levitt (1998), Gershenfeld e Chuang (1998) e Adleman (1998) mostram que, simulando as propriedades da água, podem afetar a estruturação/organização das moléculas biológicas dos seres vivos (DNA, proteínas, etc.).

<sup>4</sup> Disponível em: TOWARD A SCIENTIFIC BASIS FOR CONSCIOUSNESS, Tucson, AZ de 1994 a 2003. <<http://www.consciousness.arizona.edu>>.

Estes estudos indicam que há grande probabilidade de que processos quânticos sejam a linguagem utilizada pelos organismos eucariontes (células com núcleo e membrana plasmática: plantas e animais) estariam utilizando processos quânticos na evolução.

Porém, na compreensão do cérebro e seus processos quânticos, podemos enfatizar que toda questão poderia ser dividida em dois aspectos. O primeiro aspecto é epistemológico, ao qual está relacionada a interpretação da Mecânica Quântica (POPPER, 1992), ou seja, as teorias atuais que estão sendo estudadas na Física moderna (teoria da relatividade, Mecânica Quântica e mecânica estatística). O segundo aspecto está na busca para um entendimento dos mecanismos das ações sinápticas e suas relações microscópicas, ou seja, através de uma grande escala dessas ações nos quais os processos quânticos poderiam ser importantes para os estudos atuais da teoria quântica e do cérebro. Certamente, sobre este último as pesquisas podem ser realizadas sem muitas dificuldades, o que não aconteceria para o primeiro aspecto.

Para o segundo aspecto, alguns autores têm realizado pesquisas relacionando as atividades cerebrais com a Física Quântica (ECCLES, 1986, 1989, 1990, 1992, 1994; BECK e ECCLES, 1992; CRICK e KOCH, 1992; JIBU e YASUE, 1995; PENROSE, 1991 e 1995; REDMAN, 1990; WALMSLEY, 1993). Por exemplo, os estudos que foram realizados em colaboração com Eccles são baseados nos processos de exocitoses das substâncias neurotransmissoras na sinapse do neocórtex. Os resultados mostraram que a exocitose é um processo no qual são respondidas por impulsos nervosos com probabilidade menor que uma unidade (SAYER et al., 1989). A partir destes estudos pode-se concluir que os processos quânticos podem apresentar ações controladas por microsítios (nas fendas sinápticas) envolvendo um ou poucos átomos de hidrogênio na membrana.

Acredito que enquanto não houver avanços significativos na Física moderna, os estudos sobre a consciência e a Mecânica Quântica podem estar mostrando uma visão newtoniana/cartesiana e não quântica; ou seja, ainda é muito cedo para explicar os fenômenos psicobiológicos a partir dos resultados obtidos da Mecânica Quântica. Não é só porque a Física moderna está mostrando e desvendando o mistério do universo que é possível fazer um paralelo com os mistérios da mente/consciência.

Devemos ter cuidado na nossa linguagem, que é um instrumento de comunicação e temporal. Talvez nas pesquisas a consciência demore a ser desvendada, pois acredito que o problema está na nossa linguagem, um instrumento de comunicação. Se a evolução dos organismos vivos (plantas e animais) teve a influência das propriedades eletromagnéticas e gravitacionais, acredito que podemos entender a consciência quando compreendermos os princípios da Física Quântica.

Apesar de um certo modismo em relação à Física Quântica, os cientistas estão percebendo que ela pode contribuir para o avanço científico das ciências psicobiológicas. Um dos temas diz respeito ao livre-arbítrio e à consciência. Para os neurocientistas, é consenso de que o livre-arbítrio não existe, já que o nosso comportamento é controlado/decidido pelo cérebro milissegundos antes da nossa ação consciente (GOLDBERG, 2002). No livro *O cérebro emocional*, de LeDoux, o autor também escreve sobre os nossos comportamentos inconscientes, que são levados por emoções que não conseguimos controlar de forma voluntária das nossas ações, na verdade tudo é controlado pelo cérebro.

Uma pesquisa realizada por Sirigu e colaboradores (2003) mostra que o nosso comportamento motor, a nossa ação, por exemplo, ao estar digitando uma letra, seria um movimento voluntário e consciente. Na verdade, os neurônios respondem/ativam milissegundos antes de você pensar em teclar. Até que ponto as bases neurais do comportamento têm influência na nossa vida cotidiana?

Uma velha questão é o aprendizado X biológico (*nurture X nature*). Os estudos da Neurociência sobre as diferenças individuais cognitivas, emocionais e comportamentais têm mostrado a influência das bases biológicas. Os estudos com os gêmeos univitelinos, por exemplo, mostram que eles têm suas diferenças individuais que os tornam únicos (LOSOYA, 1997; DE GEUS e BOOMSMA, 2001). As pesquisas têm revelado que há uma forte influência da genética no comportamento (PLOMIN e COLLEDGE, 2001), evidenciando que o ambiente tem pouca influência. Outro estudo, apesar de ter identificado os genes para o autismo, mostra que há muitas diferenças individuais (HAPPÉ, 1999; BARON-COHEN, 2002). O autismo é uma complexa interação entre os genes, o ambiente e as conexões sinápticas (SEQUERA, 2001). Há autistas que conseguem cursar uma universidade e outros que não, como é o caso dos Savants.

Um outro tema que pode contribuir nesta questão do aprendizado X biológico é em relação aos canhotos. A porcentagem de canhotos na população é de 10% (BRYDEN, 1977). Apesar dessa porcentagem pequena na população mundial, os canhotos têm se destacado no decorrer da história, influenciando significativamente na nossa sociedade. Podemos citar, por exemplo, Napoleão Bonaparte, Leonardo DaVinci, Albert Einstein, Mahatma Gandhi, Pelé, Ayrton Senna e Bill Gates.

O que têm de diferente as pessoas canhotos? No universo do esporte, é freqüente encontrarmos canhotos entre os primeiros do ranking mundial. No tênis de mesa, por exemplo, tanto no masculino e no feminino, é freqüente encontrarmos canhotos entre os dez melhores classificados no ranking mundial (ver <http://www.ittf.com>). Não é diferente em relação ao tênis. A justificativa tem sido que os destros levam desvantagem, porque não estão habituados a jogar com um canhoto, pois os movimentos são ao contrário em relação ao jogador destro. Não é o que as pesquisas têm mostrado, e, além disso, os atletas destros de alto rendimento treinam ou estão habituados a jogar com um canhoto.

Pugol e colaboradores (1999) estudaram 50 destros e 50 canhotos, através de Ressonância Magnética de Imagem Funcional. Eles verificaram que, durante a geração de palavras, 96 % dos destros apresentaram ativação maior no hemisfério esquerdo e 4 % bilateralização. Nos canhotos, houve 76 % de ativação maior no hemisfério esquerdo, 14 % de bilateralização e 10% de ativação no hemisfério direito. Nesse estudo, somente um sujeito canhoto mostrou ativação maior no hemisfério direito. Por outro lado, o estudo de Basic e colaboradores (2004), através do *doppler* transcraniano, verificou que os canhotos apresentaram uma significância maior da linguagem no hemisfério direito em relação aos destros. Novas tecnologias e métodos, novos resultados.

No decorrer da história existem registros de pessoas e fatos que determinaram grandes mudanças, por exemplo, o naturalista Charles Darwin, ou os aventureiros que percorriam quilômetros ou aqueles que navegaram pelos mares para descobrir outros continentes. Estas pessoas não podem ser consideradas conservadoras, mas sim motivadas na busca por novidades, pelo enfrentamento de desafios, por adrenalina, pelo desafio de desvendar os mistérios, entre outros estímulos motivacionais que os levaram a ter uma participação significativa na construção da história.

Nesse sentido, o ser humano não é diferente de outras espécies, pois muitas espécies são atraídas por novidades (MISHKIN e PRIBAM, 1955). Apesar dessa atração por novidades, não somos aventureiros, revolucionários, criadores de novos paradigmas, pois somos conservadores, sempre escolhendo e buscando o que é familiar, principalmente com a evolução da cultura e o acúmulo do conhecimento. Sugere, então, que para a natureza, é adaptativo ser conservador.

A pesquisa conduzida por Goldberg e colaboradores (1994), por exemplo, mostrou que os canhotos escolheram os alvos que diferiam, e não os semelhantes. Este estudo sugere, então, que os homens canhotos são motivados para a busca de novidades (novidades cognitivas). É freqüente, então, encontrarmos canhotos no meio artístico e esportivo, onde eles têm uma participação de destaque no mundo dos destros (rotinas cognitivas). É importante realçar que o ambiente tem um papel importante no desenvolvimento cognitivo dessas pessoas, ou seja, só o fato de ser canhoto não quer dizer que serão bem-sucedidos e, além disso, em relação à lateralidade, muitas pessoas não são 100% destros ou canhotos.

Por outro lado, um outro fator que pode contribuir no conservadorismo ou na inovação é o papel da dopamina D4 (EBSTEIN et al., 1996). Uma das funções do neurotransmissor dopamina é exercer as atividades do lobo frontal. Será que em canhotos há uma presença maior da dopamina D4 do que os destros? E nos destros que buscam novidades, há mais dopamina D4 no lobo frontal?

Apesar de os canhotos terem suas particularidades e diferenças hemisféricas em relação aos destros, o lobo frontal é uma área que pode contribuir no desempenho cognitivo. Em pontos diferenciados do lobo frontal, encontraremos funções que comandam as atividades de outras regiões do cérebro, como equilíbrio, movimento, respostas emocionais, entre outras. O lobo frontal é uma área que tem chamado a atenção dos neurocientistas, já que hoje se exige cada vez mais desta área para obter resultados significativos na sociedade da informação e tecnológica. Além disso, as pesquisas sobre o lobo frontal estão permitindo compreender melhor o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (PANKSEPP et al., 2003), autismo (HILL, 2004), social (DECETY e SOMMERVILLE, 2003; DECETY e CHAMINADE, 2003) entre outras.

Até recentemente, os estudos que envolviam o lobo frontal eram pequenos, comparados a outras regiões do cérebro. Muito desses estudos vêm a partir da utilização de animais, principalmente roedores, e de pessoas que tiveram alguma lesão (RAMACHANDRAN e BLAKESKL, 2002; DAMÁSIO, 1996). Uma área que tem crescido nas pesquisas na região do lobo frontal está relacionada aos estudos sobre a prática da meditação (PENG et al., 1999; KUBOTA et al., 2001; DIETRICH, 2003; NEWBERG e IVERSEN, 2003). Por exemplo, a pesquisa de Dietrich (2003) sugere que os estados alterados da consciência são ativados pela região do córtex pré-frontal do cérebro. Já a pesquisa conduzida por Peng e colaboradores (1999), mostra que a amplitude da frequência cardíaca durante a meditação aumenta significativamente uma resposta autônoma. Por exemplo, as pesquisas com os praticantes de ioga vêm com o interesse dos neurocientistas de compreender o cérebro e os benefícios que a ioga pode trazer às pessoas. O nosso dia-a-dia é uma soma de sentimentos sobre os quais não temos controle, e, quando aparece uma doença, pode ser tarde para reverter o quadro clínico, como o câncer.

Assim, as pesquisas sobre a atividade física como a ioga têm mostrado que é importante aos praticantes estarem conscientes (concentrados) no momento dos exercícios na obtenção de resultados. Esse enunciado é sustentado por investigações da Neurociência, tal como o trabalho realizado por Brigman e Cherry (2002), no qual sujeitos jovens e idosos foram investigados. Os sujeitos foram separados em dois grupos, quanto à sua faixa etária, com o objetivo de analisar as capacidades de memória operacional, velocidade de processamento de dados e o desenvolvimento no desempenho qualificado após três dias de treinamento. O estudo concluiu que ambos os grupos apresentaram melhora em seus desempenhos cognitivos, reforçando a hipótese de que pessoas idosas, quando estimuladas, também são capazes de apresentar melhoras nas variáveis investigadas.

Os efeitos da manutenção e do treinamento das exigências orgânicas são tão benéficos ao sistema nervoso que em muitos casos é possível que doenças conhecidas, como doenças mentais derivadas do envelhecimento, possam ser retardadas ou até mesmo se manifestar de forma insignificante em idosos que se mantêm ativos durante toda sua velhice (DUSTMAN et al., 1984; SUTOO e AKIYAMA, 2003; SMITH e ZIGMOND, 2003).

Entre os fatores responsáveis pelo aumento da eficiência do sistema nervoso, está a maior capacidade da produção de neurotransmissores. O efeito desse fator é bem documentado em estudos com animais, como o realizado por Dey e colaboradores (1992), e Dey (1994), que investigou as alterações de metabolismo do neurotransmissor serotonina induzidas pelo exercício físico no sistema nervoso de ratos e suas possíveis relações com o efeito antidepressivo. Os resultados sugeriram que a atividade de metabolismo da serotonina aumenta, principalmente pelo aumento dos seus receptores, e esses efeitos podem durar até uma semana após o término das atividades físicas. Assim, o autor concluiu que a prática de esportes pode aumentar os níveis do neurotransmissor serotonina, exercendo um papel importante na prevenção e no auxílio de tratamento da depressão.

### Conclusão

A partir dos avanços tecnológicos, como a tomografia computadorizada, estão sendo registradas as respostas dos neurônios em tempo real. Da mesma forma, através dos estudos da Genética, estamos podendo compreender melhor a dinâmica do cérebro e o comportamento humano. Acredito que essas duas áreas de conhecimento permitirão uma mudança significativa na maneira de ver e compreender os aspectos cognitivos, emocionais e sociais do homem. Através dos avanços científicos e tecnológicos, será possível ao homem realizar algumas atividades ao mesmo tempo, e a saúde mental será resolvida com poucas sessões (PAQUETTE et al., 2003). Assim, os psicólogos precisam se adaptar aos novos resultados neurocientíficos para o avanço científico e tecnológico da ciência psicológica.

Não é de hoje, então, que os pensadores e cientistas dizem que a saúde física e mental vem do cérebro (DAMÁSIO, 1996). Vivemos numa época na qual não podemos mais negar o papel que o cérebro tem sobre a nossa vida. Como foi apresentado acima, podemos compreender melhor o nosso comportamento a partir da dinâmica cerebral e o seu meio. O trabalho, então, é interdisciplinar, no qual os profissionais com o conhecimento em NCC poderão contribuir na saúde e na educação das pessoas. Dessa forma, os psicólogos terão que aceitar os novos resultados das pesquisas da NCC para compreender melhor o processo natural do desenvolvimento cognitivo, emocional e social do ser humano.

Sem dúvida que não é fácil mudar uma visão vigente e assimilar e adotar uma nova que está surgindo e crescendo de forma rápida e exponencial. Precisamos, cada vez mais, buscar formas de nos atualizar-mos e produzir-mos novas técnicas de intervenção física e mental.

Finalizando, através das pesquisas em Neurociência, do desenvolvimento de tecnologias cada vez mais inteligentes e dos avanços em Biotecnologia, é importante estar acompanhando as pesquisas e aplicar aquilo que foi aprendido e produzido em Neurociência Cognitiva e Comportamental.

### Referências bibliográficas

ADLEMAN, L. M. Computing with DNA. *Scientific American*, v. 279, n. 2, p. 34-41, 1998.

BAARS, B. J.; RAMSEY, T.Z. e LAUREYS, S. Brain, conscious experience and the observing self. *Trends in Neuroscience*, v. 26, n. 12, p. 671-675, 2003.

BARON-COHEN, S. The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 6, n. 6, p. 248-254, 2002.

BASIC, S.; HAJNSEK, S; POLJAKOVIC, Z; BASIC, M; CULIC, V. e ZADRO, I. Determination of cortical language dominance using functional transcranial Doppler sonography in left-handers. *Clinical Neurophysiology*, v. 115, n. 1, p. 154-160, 2004.

BECK, F. e ECCLES, J. C. Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, v. 89, p. 11357-11361, 1992.

BOYER, P. Religious thought and behaviour as by-products of brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 7, n. 3, p. 119-124, 2003.

BRIGMAN, S. e CHERRY, K. E. Age and skilled performance: contributions of working memory and processing speed. *Brain and Cognition*, v. 50, p. 242-256, 2002.

BRYDEN, M. P. Measuring handedness with questionnaires. *Neuropsychologia*, v. 15, n. 4-5, p. 617-624, 1977.

CRICK, F. e KOCH, C. The problem of consciousness. *Scientific American*, September, p. 153-159, 1992.

DAMÁSIO, A. R. *Os sete erros de Descartes*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DAVIS, H. P.; ROSENZWEIG, M. R.; BECKER, L. e SATHER, K. J. Biological psychology's relationships to psychology and neuroscience. *American Psychologist*, v. 5, p. 359-371, 1988.

DeGEUS, E. J. C. e BOOMSMA, D. I. A Genetic neuroscience approach to human cognition. *European Psychologist*, v. 6, n. 4, p. 241-253, 2001.

DECETY, J. e CHAMINADE, T. When the self represents the other: a new cognitive neuroscience view on psychological identification. *Consciousness and Cognition*, v. 12, n. 4, p. 577-596, 2003.

DECETY, J. e SOMMERVILLE, J. A. Shared representations between self and other: a social cognitive neuroscience view. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 7, n. 12, p. 527-533, 2003.

DESOLNEUX, A.; MOISAN, L. e MOREL, J. M. Computational gestalts and perception thresholds, *Journal of Physiology-Paris*, v.97, n.2-3, p. 311-324, 2003.

DEY, S. Physical exercise as a novel antidepressant agent: possible role of serotonin receptor subtypes. *Physiology e Behavior*, v. 55, n. 2, p. 323-329, 1994.

DEY, S.; SINGH, R. H. e DEY, P. K. Exercise training: significance of regional alterations in serotonin metabolism of rat brain in relation to antidepressant effect of exercise. *Physiology e Behavior*, v. 52, n. 6, p. 1095-1099, 1992.

DIETRICH, A. Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: The transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and Cognition*, v. 12, n. 2, p. 231-256, 2003.

DUSTMAN, R. E.; RUHLING, R. O.; RUSSELL, E. M.; SHEARER, D. E.; BONEKAT, H. W.; SHIGEOKA, J. W.; WOOD, J. S.; BRADFORD, D. C. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol. Aging*, v. 5, n. 1, p. 35-42, 1984.

EBSTEIN, R. P.; NOVICK, O.; UMANSKY, R.; PRIEL, B.; OSHER, Y.; BLAINE, D.; BENNETT, E. R.; NEMANOV, L.; KATZ, M. e BELMAKER, R. H. Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait of Novelty Seeking. *Nat. Genet.*, v. 12, p. 78-80, 1996.

ECCLES, J. C. Do mental events cause neural events analogously to the probability fields of quantum mechanics? *Proc. R. Soc. Lond. B*, v. 227, p. 411-428, 1986.

ECCLES, J. C. *Evolution of the brain creation of the self*. London and New York: Routledge, 1989.

ECCLES, J. C. A unitary hypothesis of mind-brain interaction in the cerebral cortex. *Proc. R. Soc. Lond. B*, v. 240, p. 433-451, 1990.

ECCLES, J. C. Evolution of consciousness. *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)*, v. 89, p. 7320-7324, 1992.

ECCLES, J. C. *How the self controls its brain*. Springer-Verlag, Berlin, 1994.

GALLAGHER, E. B.; WADSWORTH, A. L. e STRATTON, T. D. Religion, spirituality and mental health. *Journal of Nervous e Mental Disease*, v. 190, n. 10, p. 697-704, 2002.

GERSHENFERLD, N. e CHUANG, I. L. Quantum computing with molecules. *Scientific American*, v. 278, n. 6, p. 50-55, 1998.

GERSTEIN, M. e LEVITT, M. Simulating water and the molecules of life. *Scientific American*, v. 279, n. 5, p. 75-79, 1998.

GOLDBERG, E. *O cérebro executivo: lobos frontais e a mente civilizada*. Rio de Janeiro: Imago, 2002.

GOLDBERG, E.; PODELL, K.; HARNER, R.; RIGGIO, S. e LOWELL, M. Cognitive bias, functional cortical geometry, and the frontal lobes: laterality, sex, and handedness. *J. Cognit. Neurosci.*, v. 6, p. 276–296, 1994.

HAMEROFF, S.; NIP, A.; PORTER, M. e TUSZYNSKI, J. Conduction pathways in microtubules, biological quantum computation, and consciousness. *Biosystems*, v. 64, n. 1-3, p. 149-168, 2002.

HAPPÉ, H. Autism: cognitive deficit or cognitive style? *Trends in Cognitive Sciences*, v. 3, n. 6, p. 216-222, 1999.

HARMON-JONES, E. e DEVINE, P.G. Introduction to the special section on social neuroscience: promise and caveats. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 85, n. 4, p. 589-593, 2003.

HARRIS, J. C. Social neuroscience, empathy, brain integration, and neurodevelopmental disorders. *Physiology e Behavior*, v. 79, n. 3, p. 525-531, 2003.

HERCULANO-HOUZEL, S. *Cérebro nosso de cada dia*. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2002.

HILL, E. L. Executive dysfunction in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 8, n. 1, p. 26-32, 2004.

HORGAN, J. *A mente desconhecida*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

JIBU, M. e YASUE, K. *Quantum brain dynamics and consciousness*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 1995.

KEIL, D.; HOLMES, P.; BENNETT, S.; DAVIDS, K. e SMITH, N. Theory and practice in sport psychology and motor behaviour needs to be constrained by integrative modeling of brain and behaviour. *Journal of Sports and Sciences*, v. 18, p. 433-443, 2000.

KOLB, B. e WHISHAW, I. Q. Brain plasticity and behavior. *Annual Review of Psychology*, v. 49, p. 43-64, 1998.

KUBOTA, Y.; SATO, W.; TOICHI, M.; MURAI, T.; OKADA, T.; HAYASHI, A. e SENGOKU, A. Frontal midline theta rhythm is correlated with cardiac autonomic activities during the performance of an attention demanding meditation procedure. *Cognitive Brain Research*, v. 11, n. 2, p. 281-287, 2001.

LeDOUX, J. *O cérebro emocional: os mistérios alicerces da vida emocional*. São Paulo: Objetiva, 1998.

LOSOYA, S. H.; CALLOR, S.; ROWE, D.C.; GOLDSMITH, H. H. Origins of familial similarity in parenting: a study of twins and adoptive siblings. *Developmental Psychology*, v. 33, n. 6, p. 1012-1023, 1997.

MILLER, G. A. e KELLER, J. Psychology and neuroscience: making peace. *Current Directions in Psychological Science*, v. 9, n. 6, p. 212-215, 2000.

MISHKIN, M. e PRIBAM, K. H. Analysis of the effects of frontal lesions in monkeys: variations of delayed alterations. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, v. 48, p. 492-495, 1955.

NEWBERG, A. B. e IVERSEN, J. The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations. *Medical Hypotheses*, v. 61, n. 2, p. 282-291, 2003.

PAQUETTE, V.; LÉVESQUE, J.; MENSOUR, B.; LEROUX, J. M.; BEAUDOIN, G.; BOURGOUIN, P. e BEAUREGARD, M. "Change the mind and you change the brain": effects of cognitive-behavioral therapy on the neural correlates of spider phobia. *NeuroImage*, v. 18, n. 2, p. 401-409, 2003.

PANKSEPP, J.; BURGDORF, J.; TURNER, C. e GORDON, N. Modeling ADHD-type arousal with unilateral frontal cortex damage in rats and beneficial effects of play therapy. *Brain and Cognition*, v. 52, n. 1, p. 97-105, 2003.

PENG, C. K.; MIETUS, J. E.; YANHUI, L.; GURUCHARAN, K.; PAMELA, S. D.; BENSON, H. e GOLDBERGER, A.L. Exaggerated heart rate oscillations during two meditation techniques. *International Journal of Cardiology*, v. 70, p. 101-107, 1999.

- PENROSE, R. *A mente nova do rei*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- PENROSE, R. *Shadows of the mind: a search for the missing science of consciousness*. Oxford: University Press. Reprinted with corrections, 1995.
- PLOMIN, R. e COLLEDGE, E. Genetics and psychology: beyond heritability. *European Psychologist*, v. 6, n. 4, p. 229-240, 2001.
- POPPER, K. *A teoria dos quanta e o cisma na Física*. Lisboa: Dom Quixote, 1992 [1956].
- PUGOL, J.; DEUS, J.; LOSILLA, J. M. e CAPDEVILA, A. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. *Neurology*, v. 52, n. 5, p. 038-1043, 1999.
- RAMACHANDRAN, V. S. e BLAKESLEE, S. *Fantasma no cérebro: uma investigação dos mistérios da mente humana*. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- REDMAN, S. Quantal analysis of synaptic potentials in neuron of the central nervous systems. *Physiological Reviews*, v. 70, n. 1, p. 165-198, 1990.
- SAYER, R. J., REDMAN, S. J. e ANDERSEN, P. Amplitude fluctuations in small EPSPs recorded from CA1 pyramidal cells in the guinea pig hippocampal slice. *Journal of Neuroscience*, v. 9, n. 3, p. 840-850, 1989.
- SEQUEIRA, S. A complex role for genetics in autism. *Trends in Neurosciences*, v. 24, n. 11, p. 634-635, 2001.
- SIRIGU, A.; DAPRATI, E.; CIANCIA, S.; GIRAUX, P.; NIGHOGHOSSIAN, N.; POSADA, A. e HAGGARD, P. Altered awareness of voluntary action after damage to the parietal cortex. *Nature Neuroscience*, v. 7, n. 1, p. 80-4, 2004.
- SMITH, A. D. e ZIGMOND, M. J. Can the brain be protected through exercise? Lessons from an animal model of Parkinsonism. *Experimental Neurology*, v. 184, n. 1, p. 31-39, 2003.

SUTOO, D. e AKIYAMA, K. Regulation of brain function by exercise. *Neurobiology of Disease*, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2003.

WALMSLEY, B. Quantal analysis of synaptic transmission. In: WALLIS, D.I. (Editor). *Electrophysiology: a practical approach*. The Practical Approach Series, New York: Oxford University 1993.

WOOLF, N. J. e HAMEROFF, S. R. A quantum approach to visual consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 5, n. 11, p. 472-478, 2001.

*(Recebido em outubro de 2003 e aceito para  
publicação em março de 2004)*