

# A Física Quântica seria necessária para explicar a Consciência?

Oswaldo Pessoa Jr.<sup>1</sup>

## 1. Introdução

Seria a consciência um fenômeno quântico? Por mais forçada que tal especulação possa parecer, ela tem sido seriamente considerada por vários pesquisadores nos últimos cinco anos. A motivação para essa abordagem, grosso modo, é que como a consciência é uma coisa misteriosa, e os fenômenos quânticos também o são, então esses dois mistérios poderiam estar ligados. O presente trabalho, ainda em fase preliminar, é um estudo dos diferentes argumentos utilizados para defender tal ligação, e das diferentes linhas de pesquisa em neurociência que fazem uso de considerações da física quântica. Veremos que a questão de se a consciência é um fenômeno quântico é basicamente uma questão empírica, ainda em aberto, mas que uma formulação precisa desta questão requer esclarecimentos filosóficos relativos às definições de "consciência" e de "fenômeno quântico".

## 2. A quem interessa tal Tese?

Vamos nos colocar dentro do contexto do *materialismo*, e supor que estados e processos conscientes são idênticos a certos estados e processos fisiológicos. Neste contexto, existe um debate em psicologia que gira em torno do *funcionalismo* ("strong AI"), que defende que a mente depende apenas da *estrutura* dos processos cerebrais, e não de sua realização física. Assim, em princípio, um computador poderia ter consciência, ou mesmo uma sociedade poderia ter uma consciência própria, desde que os elementos destes sistemas satisfizessem certas propriedades estruturais, ainda não conhecidas pela ciência. A mente seria como um programa de computador.

A tese de que o problema mente-corpo só poderá ser esclarecido quando for levado em conta a natureza quântica do cérebro tem sido usada como um argumento *anti-funcionalista*. Esta posição defende que existe algo nos detalhes dos processos fisiológicos da mente que é essencial para a consciência. Talvez esse "algo" seja um processo quântico! Se isto for verdade, então computadores feitos com chips convencionais e sociedades humanas não poderão ter consciência.

---

<sup>1</sup> Esta palestra foi ministrada no encontro *Questões Metodológicas em Ciências Cognitivas* realizado no Instituto de Estudos Avançados da USP em 1994, a convite de Henrique del Nero, tendo sido publicada na *Coleção Documentos - Série Ciência Cognitiva - 20*, pp. 184-9 (nova numeração: *Série Ciência e Tecnologia - 37*).

### 3. O que é a Consciência?

Boa pergunta! Não sei bem! Espero aprender nesta conferência!

Mas tem algo a ver com eu (ou você) estar aqui agora, tendo acesso a impressões sensoriais que possuem uma *qualidade fenomênica* (os "qualia", a qualidade branca neste branco, etc.), tendo acesso a memórias que são sempre relativas às experiências minhas, tendo desejos e pensamentos que parecem ter sempre uma intencionalidade, tendo uma noção de unidade de minha consciência, tendo uma noção de tempo e um terrível pavor ao representar adequadamente a minha morte.

### 4. O que é um Fenômeno Quântico?

Um ponto filosófico crucial a ser esclarecido se refere ao significado da expressão "fenômeno quântico", em oposição a um fenômeno "clássico". A física quântica é a teoria científica que descreve os objetos microscópicos, como átomos, e sua interação com a radiação (luz, etc.). Como ela é uma teoria muito bem sucedida, pode-se dizer que qualquer fenômeno microscópico é um fenômeno quântico. Assim, como nosso cérebro é constituído de entidades microscópicas, num sentido trivial nosso cérebro é quântico, assim como nossa consciência (supondo o materialismo).

Mas não é essa a nossa pergunta. Queremos saber se a física quântica é *necessária* para explicar a consciência, ou seja, se a física clássica é incapaz de explicá-la. Mas afinal, o que é a teoria quântica? Em poucas palavras, podemos dizer que o que a física quântica tem de essencial é que ela é uma teoria que *atribui propriedades ondulatórias para partículas individuais*. Na década de 1920, comprovou-se que toda radiação é absorvida em quantidades discretas de energia ou massa, chamados de "quanta", e que todas as partículas ou quanta podem exibir propriedades ondulatórias, como interferência, difração, etc. Esta constatação é uma versão fraca do princípio da "dualidade onda-partícula".

A física clássica incluía a mecânica de partículas e a mecânica ondulatória, mas cada qual tinha um domínio de aplicação exclusivo. Partículas seguiam trajetórias bem definidas e não se dividiam em espelhos semi-refletores. Ondas se espalhavam pelo espaço, se dividiam, interferiam consigo mesmas, eram limitadas pelo princípio de incerteza (por exemplo, um pulso de luz emitido em um intervalo de tempo curto não podia ter uma frequência bem definida), sofriam tunelamento, e exibiam flutuações em sua intensidade. A física quântica é justamente a teoria que atribui todas essas propriedades ondulatórias a partículas individuais.

Considere agora um determinado tipo de objeto, como um elétron, e o conjunto de suas manifestações (ou seja, os diferentes tipos de experimentos que podem ser feitas com esse elétron). Em geral, a cada um destes experimentos pode-se atribuir *ou* uma descrição corpuscular, *ou* uma ondulatória (esta é uma versão forte da dualidade onda-partícula,

conhecida como complementaridade, mas que parece ter exceções). Se este conjunto de manifestações do objeto contiver os dois tipos de comportamento (onda e partícula), então somos forçados a dizer que só a física quântica é capaz de descrever o objeto. Caso isso não aconteça (ou seja, todas as manifestações são de apenas um tipo), dizemos que o objeto se comporta classicamente.

Considere a absorção de luz pela retina. A física quântica é necessária para descrever este processo? Bem, sabe-se que certos animais são sensíveis a apenas um fóton, e assim este processo é corpuscular. No entanto, acredita-se que nenhuma das propriedades ondulatórias da luz são relevantes para o processo de absorção em si. As propriedades ondulatórias afetam a distribuição espacial dos fótons, mas a absorção em cada célula da retina independe do que está acontecendo em outras células (ou estarei enganado?). Assim, a física clássica seria suficiente para explicar a absorção de luz pela retina.

Existiria algum processo em nosso cérebro, essencial para a nossa consciência, que só pode ser explicado pela física quântica?

## 5. O Papel da Consciência na Física Quântica

A ligação entre consciência e física quântica foi estabelecida na década de 1930, mas em um sentido diferente do que estamos examinando aqui. Para explicar como que uma frente de onda espalhada podia ser detectada em uma chapa foto-gráfica como uma trajetória quase linear, elaborou-se a noção de um *colapso do pacote de onda* que seria causado pela ato da observação (Heisenberg, 1927). Ora, qual é a essência de tal ato? Para alguns físicos importantes da época, era a presença de uma ser consciente. A consciência humana seria causadora de uma transição quântica! Após a Guerra, o consenso passou a ser que uma observação se caracterizaria pela presença de um aparelho macroscópico de medição, eliminando assim o papel legislador da consciência (ver Pessoa, 1992). Ainda hoje, porém, alguns físicos e filósofos respeitáveis aderem à tese subjetivista.

## 6. O Papel da Física Quântica na Consciência

A tese que pretendemos examinar com maior cuidado não é o papel da consciência na teoria quântica, mas o papel da teoria quântica nas teorias materialistas da consciência. Apresentarei aqui os principais argumentos em favor da tese de que a física quântica é essencial para a consciência.

a) *O cérebro seria um "computador quântico"*. Este conceito foi bastante trabalhado pelo físico David Deutsch (ver Deutsch, 1992), que mostrou que tal computador seria mais eficiente do que um computador digital. Por seleção natural, essa vantagem computacional poderia ter favorecido um cérebro que fosse um computador quântico (Lockwood, 1989, pp. 251-2). O problema com este argumento é que o cérebro é muito quente para que tal computação quântica pudesse ocorrer.

b) *O cérebro computaria funções não-recursivas.* Computadores clássicos e quânticos só podem computar funções recursivas, mas o pensamento humano (por exemplo, a intuição matemática) extrapolaria esta limitação. Uma solução inovadora ao problema do colapso na mecânica quântica talvez solucionasse também esse problema da consciência (Penrose, 1989, pp. 403-4). O problema aqui é que não se mostrou rigorosamente que o pensamento humano é capaz de computar funções não-recursivas.

c) *Um fenômeno quântico semelhante à "condensação de Bose" poderia ocorrer no cérebro* (Marshall, 1989). Este fenômeno é observado a baixas temperaturas, quando um grande número de partículas se comporta identicamente. Fröhlich (1968) propôs um modelo biológico deste fenômeno de "coerência" à temperatura ambiente, envolvendo moléculas dipolares. Alguns pesquisadores afirmam ter encontrado evidência de que tal fenômeno ocorreria no cérebro (ver Hameroff *et al.*, 1993, p. 340). Preciso estudar esta questão um pouco mais a fundo para poder avaliar sua plausibilidade.

d) *O cérebro seria regido por leis análogas às da mecânica quântica.* Existe uma abordagem em neurociência que supõe que a convencional dinâmica do neurônio e da sinapse não é fundamental, e que as funções cerebrais podem ser descritas por um "campo dendrítico" que obedeceria a equações da teoria quântica de campos (Stuart *et al.*, 1979; Jibu & Yasue, 1991). Esta abordagem matemática foi inspirada na proposta de Karl Pribram, nos anos 60, de um modelo "holonômico" para o cérebro (ver Pribram, 1991). Conforme notado por Werbos (1993, pp. 301-3), o fato de leis análogas às da mecânica quântica descreverem funções cerebrais não implica que tais funções constituam um fenômeno quântico. Além disso, em tais modelos não se introduzem medições que causam colapsos, o que sugere que a descrição destes autores é meramente ondulatória.

e) *A liberação de neurotransmissores é um processo probabilístico, que seria descrito apenas pela física quântica.* Tal liberação, chamada de "exocitose", ocorreria com uma probabilidade relativamente baixa (de cada 5 impulsos nervosos chegando à vesícula sináptica de células piramidais do neocórtex, apenas 1 liberaria o neurotransmissor). De acordo com John Eccles, a mente (que em sua visão dualista existe independentemente do cérebro) pode alterar levemente essas probabilidades de exocitose, o que constituiria um mecanismo para a ação da mente sobre o cérebro. Rejeitamos aqui, por motivos filosóficos, esse dualismo de Eccles. Agora, se ele estiver correto e a exocitose puder ser descrita pela teoria quântica (Beck & Eccles, 1992), faltaria mostrar que a mecânica quântica é *necessária* para descrever este fenômeno, conforme explicado na seção 4, e de que forma este fenômeno está ligado com a emergência da consciência.

f) *A nível subneuronal ocorreria processamento de informação.* Nos anos 70 descobriu-se que as células possuem uma delicada estrutura formada por "micro-túbulos" de proteína, formando um "citoesqueleto". Hameroff *et al.* (1993, p. 330) citam alguma evidência experimental de que o citoesqueleto tem de fato uma função cognitiva, ligada à memória. Como tais microtúbulos são cilindros com diâmetro de apenas 25 nanômetros ( $10^{-9}$  m), é provável que eles só possam ser adequadamente descritos pela física quântica. Resta saber se de fato o cito-esqueleto tem uma função cognitiva, além de sua função estrutural e de trans-porte. Em um recente relato irônico a respeito deste programa de pesquisa (Horgan, 1994, p. 77), anuncia-se que Penrose aderiu a ele.

7) *A mecânica quântica explicaria fenômenos de percepção extrasensorial.* Alguns autores partem do princípio de que a consciência pode exercer influência direta sobre processos naturais, e procuram mostrar como um modelo quântico da consciência daria conta deste e de outros tipos de fenômenos (Jahn & Dunne, 1986). Marshall (citado por Horgan, 1994, p. 78) defende que a performance mental de seres humanos é alterada quando um eletroencefalograma é feito, já que este aparelho de medição estaria provocando colapsos no cérebro. Não creio que tais propostas devam ser levadas a sério em nossa discussão.

## **8. Conclusão**

Não existe evidência concreta, ainda, de que a física quântica seja necessária para explicar a consciência. O modelo de Fröhlich e a hipótese de que os microtúbulos tenham uma função cognitiva são bastante interessantes, e merecem ser investigados mais a fundo. Mas quanto às declarações de que tais hipóteses foram confirmadas, conhecemos bem a dinâmica da ciência para não nos deixarmos levar facilmente por tais promessas. Este é um campo em que os pré-julgamentos filosóficos possuem bastante peso. E mesmo que tais hipóteses se confirmem, permaneceria a questão de se a consciência, a ser caracterizada de maneira precisa, faria uso de maneira essencial das características quânticas dos processos cerebrais. Como saldo positivo, espero ter definido de maneira adequada um critério para caracterizar um fenômeno quântico (seção 4), que preciso ainda estender de maneira precisa para a condensação de Bose.

## Bibliografia

- Beck, F. & Eccles, J.C. (1992): "Quantum Aspects of Brain Activity and the Role of Consciousness", *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 89, 11357-61.
- Deutsch, D. (1992): "Quantum Computation", *Physics World* 5(6), 57-61.
- Fröhlich, H. (1968): "Long-Range Coherence and Energy Storage in Biological Systems", *International Journal of Quantum Chemistry* 2, 641-649.
- Hameroff, S. *et al.* (1993): "Nanoneurology and the Cytoskeleton: Quantum Signaling and Protein Conformational Dynamics as Cognitive Substructure", in Pribram (1993), pp. 317-376.
- Horgan, J. (1994): "Can Science Explain Consciousness?", *Scientific American*, julho, 72-78.
- Jahn, R.G. & Dunne, B.J. (1986): "On the Quantum Mechanics of Consciousness, with Application to Anomalous Phenomena", *Foundations of Physics* 16, 721-772.
- Jibu, M. & Yasue, K. (1993): "The Basics of Quantum Brain Dynamics", in Pribram (1993), pp. 121-145.
- Lockwood, M. (1989): *Mind, Brain, and the Quantum - The Compound "I"*, Blackwell, Oxford.
- Marshall, I.N. (1989): "Consciousness and Bose-Einstein Condensates", *New Ideas in Psychology* 7, 73-83.
- Penrose, R. (1989): *The Emperor's New Mind - Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*, Oxford University Press.
- Pribram, K.H. (1991): *Brain and Perception - Holonomy and Structure in Figural Processing*, L. Erlbaum, Hillsdale (NJ, EUA).
- Pribram, K.H. (org.) (1993): *Rethinking Neural Networks: Quantum Fields and Biological Data*, (Proceedings of the First Appalachian Conference on Behavioral Neurodynamics), L. Erlbaum, Hillsdale (NJ, EUA).
- Stuart, C.I.J.M.; Takahashi, Y. & Umezawa, H. (1979): "Mixed-System Brain Dynamics: Neural Memory as a Macroscopic Ordered State", *Foundations of Physics* 9, 301-327.
- Werbos, P.J. (1993): "Quantum Theory & Neural Systems: Alternative Approaches and a New Design", in Pribram (1993), pp. 299-314.