



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo
www.bassalo.com.br



Localidade/Separabilidade, Não-Localidade/Não-Separabilidade (ou (Inseparabilidade) como Princípios Físicos.

Neste verbete, vamos tratar de princípios físicos que ainda são objeto de discussão epistemológica. Segundo vimos em verbetes desta série, essa discussão foi iniciada com o famoso *paradoxo EPR* (P-EPR), proposto pelos físicos, o germano-norte-americano Albert Einstein (1879-1955; PNF, 1921), o russo Boris Podolsky (1896-1966) e o norte-americano Nathan Rosen (1909-1995), em 1935, no qual aparece o conceito de separabilidade, traduzido por: - *Os estados reais de objetos separados espacialmente são independentes um do outro.* Ainda em 1935, o físico dinamarquês Niels Henrik David Bohr (1885-1962; PNF, 1922) analisou o P-EPR por intermédio do conceito de *colapso da função de onda* schrödingeriana, mostrando que os *estados reais de objetos* considerados por EPR, são *inseparáveis*; daí surgiu o conceito de inseparabilidade. Novos estudos do P-EPR levaram a discussão epistemológica acima referida, desta vez envolvendo os conceitos de localidade/separabilidade e de não-localidade/inseparabilidade, respectivamente. Assim, segundo o físico e epistemólogo francês Bernard d'Espagnat (n.1921) [Em busca de lo real: La visión de um físico (Alianza Universidad, 1983); Uma Incerta Realidade: O Mundo Quântico, o Conhecimento e a Duração (Instituto Piaget, 1995)], a localidade ou separabilidade é o princípio segundo o qual uma operação efetuada em certo local não pode perturbar no mesmo instante a um sistema situado em outro local (Einstein, Podolsky e Rosen). A não-localidade ou não-separabilidade/inseparabilidade é a impossibilidade de se tomar ao pé da letra qualquer modelo que descreva um sistema complexo constituído por dois (ou mais) subsistemas localizados cada um deles em regiões distintas ou desprovidas de interações mútuas instantâneas (ação a distância) ou mais rápidas que a velocidade da luz. Em geral, duas partículas que tenham interagido no passado e que continuam interagindo, sem, contudo, interagir com uma terceira partícula, elas devem ser consideradas, a rigor, como constituindo um sistema não-separável, independentemente da distância dos lugares onde foram detectadas (Bohr). Registre que, em Mecânica Quântica Ortodoxa [que satisfaz à equação de Schrödinger, com a interpretação de Born da função de onda Ψ schrödingeriana (vide verbetes nesta série)] isso corresponde ao fato de que, em geral, não se pode atribuir nestas condições uma *função de onda* a cada uma das partículas e, sim, somente se pode atribuir ao sistema de ambas.

Este era o estado da discussão epistemológica – Einstein *versus* Bohr – quando entra em cena o físico irlandês John S. Bell (1928-1990) ao demonstrar, em 1964 (*Physics* 1, p. 195), um teorema traduzido pela famosa *Desigualdade de Bell* (DB), que permitia testar experimentalmente o P-EPR. Segundo essa DB, o *programa da localidade*, construída no sentido de que objetos distantes são completamente não conectados ou no sentido de eles podem ser ligados por uma troca subluminal de informação, é *irrealizável*. [Peter H. Holland, *The Quantum Theory of Motion: An Account of the de Broglie-Bohm Causal Interpretation of Quantum mechanics* (Cambridge University Press, 1993)]. A primeira proposta para o teste experimental da DB foi apresentada pelo físico francês Alain Aspect (n.1947), em 1976 (*Physical Review D*14, p. 1944), e somente realizada, em 1981 (*Physical Review Letters* 47, p. 460) e 1982 (*Physical Review Letters* 48, p. 91), por Aspect e mais os físicos franceses Philippe Grangier e Gérard Roger e, ainda em 1982 (*Physical Review Letters* 49, p. 1804), por Aspect, Roger e o físico francês Jean Dalibard. Essas experiências confirmaram a DB. Para maiores detalhes sobre essa discussão epistemológica sobre localidade *versus* não-localidade, ver os textos citados e mais: John Archibald Wheeler and Wojciech Hubert Zurek (Editors), *Quantum Theory and Measurement* (Princeton University Press, 1983; Stephen Gamboa-Eastman, *Nonlocality and the Quantum Born Rules* (*Physics Essays* 7, p. 3, 1994); B. J. Mokross, *Não-Localidade na Mecânica Quântica* (*Revista Brasileira de Ensino de Física* 19, p. 136, 1997); Gennaro Auletta, *Foundations and Interpretation of Quantum Mechanics*, (World Scientific, 2001)].



ANTERIOR

SEGUINTE