

## Retrocausalidade

A “Retrocausalidade” refere-se a inversão da causalidade, isto é, quando a ocorrência de um fenômeno precede - afeta a sua causa. Isto nos conduz a perguntas, tais como, O que ocorre no futuro pode afetar o presente? Ou pode o presente afetar o passado?

Sob um ponto de vista filosófico o impacto na visão da realidade da inversão da “flecha do tempo” através da retrocausalidade representa uma contradição em si mesma, dando origem a um paradoxo físico. Para abordar este paradoxo devemos introduzir a visão quântica da matéria, introduzida primeiro por De Broglie e mais tarde confirmada por Davisson e Germer. Diversos experimentos têm mostrado inequivocamente a natureza dual da matéria, a qual se pode comportar como onda ou partícula, dependendo de como o experimento é realizado, isto é, o ato de medição determina se o fóton em um interferômetro passa apenas por um braço (como uma partícula) ou ambos simultaneamente (como uma onda). Isto levou ao físico John Wheeler a conceber um experimento hipotético denominado de “experimento de escolha atrasada”, mediante o qual a decisão de determinar o comportamento do fóton depois que este tenha entrado no interferômetro determinaria seu comportamento progressivo.

Embora muitos experimentos tenham mostrado dualidade partícula-onda, incluindo esquemas de escolha retardada, o experimento de Kim e colaboradores publicado na *Phys. Rev. Lett.* (2000), chamado de “delayed choice quantum eraser” ou “apagador quântico de escolha atrasada” mostrou, a priori, que tal escolha afetaria a “história pregressa” do fóton, isto é, eventos futuros podem influenciar resultados passados. Neste engenhoso experimento realizado com fótons entrelaçados, foi demonstrado que o fato de conhecer ou não o caminho percorrido por um fóton, isto é, saber ou não, por qual fenda o fóton atravessou, determina que ele apresente um comportamento particulado ou ondulatório. O bizarro deste experimento é que o conhecimento ou não, pela fenda que o fóton atravessou, acontece só depois que o comportamento do fóton é determinado.

Mais recentemente em uma publicação na *Nat. Phys. Lett.* (2015), a retrocausalidade foi demonstrada a nível atômico, pelo grupo do Dr. Truscott. Neste trabalho foi verificado que uma medição futura afetaria o caminho que um átomo de hélio teria percorrido, conhecido como “efeito observador”, confirmando a visão de Bohr segundo a qual não faz sentido atribuir o comportamento da onda ou partícula antes que a medição ocorra e encorajando trabalhos em relação ao emaranhamento e retrocausalidade em sistemas macroscópicos.

Neste ponto vale, entretanto, incluir uma nota de cautela. Sempre que falamos de Mecânica Quântica, estamos adotando uma interpretação particular, das inúmeras

existentes. Assim, os experimentos não trazem, de forma inequívoca, sua própria interpretação, ou seja, são evidentes em si mesmos, mas são interpretados segundo a matriz mais fundamental que dirige a interpretação mais ampla da teoria. A Mecânica Quântica possui inúmeras “matrizes de interpretação”, a maioria delas conflitantes entre si e, não raro, incompatíveis (a maioria, de fato): temos a interpretação de Copenhague, a interpretação de Muitos Mundos, a interpretação Estocástica, a interpretação Estatística, a interpretação de Muitas Mentes, a interpretação de Histórias Consistentes, e muitas outras. Assim, o que é “retrocausalidade” em uma matriz de interpretação, poderá ser algo bem diverso em outra matriz de interpretação.

De fato, a ocorrência de certas consequências interpretativas “estranhas” deveria ser concebida como um indício de que a matriz de interpretação que as subjazem não está correta, ensejando a busca por matrizes de interpretação que implicassem em menos estranheza. Ressalta-se, ademais, que não é a “estranheza” o fator essencial. No caso específico da “retrocausalidade segundo a matriz de interpretação X” (agora explicitando a dependência), se tais fenômenos forem estendidos para os domínios macro e mesoscópico, terão que ser adequados à segunda Lei da Termodinâmica, amplamente aplicável a estes níveis de análise e que, entretanto, postula (com enorme sucesso) uma seta do tempo. Sem essa compatibilização teórica, a solução que resta, para se manter a consistência da física como um todo (e não a consistência interna de um campo de conhecimento particular desta ciência), é simplesmente se abandonar a matriz de interpretação, considerando-a superada pelos próprios fenômenos que ela tenta explicar.

Feitas estas importantes salvaguardas, a possibilidade de ocorrência de retrocausalidade nos conduz a uma visão “contra intuitiva” da realidade sugerindo que o passado, presente e futuro coexistiriam, interagiriam e se interfeririam. A possibilidade de ocorrência de interações entre passado - presente - futuro nos conduz a uma visão mais ampla e dinâmica do universo, a visão de um “universo holográfico”, no qual essas interações e conseqüentemente a relação causa - efeito seriam multidirecionais e não apenas unidirecionais. Uma interpretação metafísica destes dados nos sugere a existência de um nível “mais profundo” de realidade, no qual possibilidades estariam sendo “geradas” em tempo real a partir das interações entre passado - presente - futuro. Esta visão contra intuitiva e um tanto bizarra da realidade, sugere que a realidade, como a conhecemos, isto é, o mundo, o universo e tudo o que percebemos e experimentamos, “emergiria” no espaço-tempo, a cada instante, como produto das interações, fora do espaço-tempo, entre as infinitas possibilidades do passado-presente-futuro.

Parafraseando Hugh Everett se referindo à mecânica quântica: “Tudo o que pode acontecer, acontece”.

---

*Prof. Enrique R. Arganaraz*  
Lab. de NeuroVirologia Molecular  
Departamento de Farmácia  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Universidade de Brasília.  
e-mail: [enrique@unb.br](mailto:enrique@unb.br)  
Fones: 61-31072005 / 61-984258524