

UM QUEBRA CABECAS EM MECANICA QUANTICA

Alunos: Thiago Barbosa dos Santos Guerreiro e Fernando Monteiro

Orientador: George Svetlichny

Um dos maiores triunfos da mecânica quântica é também um de seus maiores problemas. Fortes evidências experimentais indicam que não existe um limite para o qual a mecânica quântica deixaria de valer. Esse sucesso implica que tudo deveria ser descrito por funções de onda seguindo suas devidas evoluções unitárias. E de conhecimento geral, no entanto, que processos de medição não obedecem uma evolução unitária.

O tão chamado colapso da função de onda é tema de debates há décadas, acerca dos fundamentos da teoria quântica, e é reconhecido que leis de conservação geométricas podem ser violadas quando o colapso ocorre. Com todo o avanço atingido em informação quântica nos últimos anos, é possível utilizar tais violações para alcançar algum conhecimento sobre processos de medida

Neste trabalho, propomos um modelo brinquedo que realiza exatamente um processo de medição como descrito por Von Neumann. A validade de tal descrição é questionável, e nosso modelo sugere um caminho experimental para a verificação do esquema de Von Neumann. A realização deste caminho representaria um quebra-cabeças diretamente relacionado ao problema de medida em mecânica quântica.

Vamos considerar um sistema e um detector, cada um representado por um qubit. Seja a evolução de ambos tal que

$$|\Psi_0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (\varphi_1 + \varphi_2) \otimes \psi_0 \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} (\varphi_1 \otimes \psi_0 + i\varphi_2 \otimes \psi_1) = |\Psi\rangle$$

Postulando que o colapso ocorre como na interpretação de Copenhagen, em um determinado instante t_1 (lado direito da equação acima), a condição que deve ser satisfeita para manter a conservação de energia é

$$\langle \Psi | \hat{H} | \Psi \rangle = \frac{1}{2} \left[\langle \varphi_1 \otimes \psi_0 | \hat{H} | \varphi_1 \otimes \psi_0 \rangle + \langle \varphi_2 \otimes \psi_1 | \hat{H} | \varphi_2 \otimes \psi_1 \rangle \right]$$

onde H é a Hamiltoniana que gera a evolução descrita acima. Na base de estados

$$\{\varphi_1 \otimes \psi_0, \varphi_1 \otimes \psi_1, \varphi_2 \otimes \psi_0, \varphi_2 \otimes \psi_1\}$$

mostramos que a Hamiltoniana

$$\hat{H} = \frac{\hbar}{i} \ln \hat{U}(t_1) = \frac{\hbar}{8} \begin{pmatrix} 1 & -i & -1+i & -1+i \\ i & 1 & 1-i & -1+i \\ -1-i & 1+i & 1 & -i \\ -1-i & -1-i & i & 1 \end{pmatrix}$$

gera a evolução descrita acima e viola a condição de conservação.

Mostramos também que em princípio, nada impede que a evolução contrária seja realizada de forma que se tenha um saldo positivo de valor esperado de energia. Isso leva a um quebra cabeças no que diz respeito a processos de medição em mecânica quântica: ou é possível extrair ou afundar no sistema mais detector uma quantidade arbitraria de energia, ou existe algum lei de conservação não dedutível dos princípios atuais da melhor teoria física conhecida.

Os resultados deste trabalho resultaram num paper, que foi postado nos arXives, repositório de preprints de física e matemática da internet.

Referencias

Guerreiro, T. et. Monteiro, F. An Energy Puzzle in Quantum Collapse, . [arXiv:1104.2759](https://arxiv.org/abs/1104.2759)