

# Complementaridade, emaranhamento e invariância de Lorentz

Marcos L. W. Basso

marcoslwbasso@hotmail.com

Complementaridade e emaranhamento são aspectos fundamentais da Mecânica Quântica que foram relacionadas recentemente em uma igualdade, denominada de relações completas de complementaridade (RCC). Tais relações envolvem medidas de coerência quântica, descrevendo o aspecto ondulatório de um sistema quântico, de previsibilidade e emaranhamento, que estão relacionadas ao aspecto corpuscular de um sistema quântico. Além disso, investigações em cenários relativísticos mostraram que o emaranhamento não se mantém invariante sob transformações de Lorentz. Por exemplo, para estados de partícula única, um estado produto de spin e momento pode ser transformado em um estado emaranhado, o que implica que a representação unitária das transformações de Lorentz pode ser vista como uma operação quântica controlada, onde o momento funciona como o sistema de controle, enquanto o spin desempenha o papel de um qubit alvo. Analogamente, as medidas de previsibilidade e coerência quântica separadas não se mantêm invariante frente a mudança do sistema de referência. Com isso, apresentarei um desenvolvimento recente, mostrando que quando essas três medidas são tomadas juntas em uma RCC obtém-se um invariante de Lorentz para estados multipartidos puros. Como a pureza de um estado quântico multipartido é preservada sob transformações entre referenciais inerciais, a RCC possui o mesmo valor em qualquer referencial inercial. Por fim, pretendo discutir a extensão deste resultado para espaços-tempos curvos, considerando uma sucessão de transformações locais de Lorentz infinitesimais e rotações locais de Wigner, o que implica que essas relações de complementaridade permanecem válidas à medida que o sistema quântico viaja através de sua linha de mundo.

## Referências

- [1] M. L. W. Basso, J. Maziero, Complete complementarity relations for multipartite pure states, *J. Phys. A: Math. Theor.*, 53, 46, 465301, (2020).
- [2] M. L. W. Basso, J. Maziero, Entanglement Monotones from Complementarity Relations, *J. Phys. A: Math. Theor.* 55 355304 (2022).
- [3] A. Peres, P. F. Scudo, and D. R. Terno, Quantum entropy and special relativity, *Phys. Rev. Lett.* 88, 230402 (2002).
- [4] A. Peres, D. R. Terno, Quantum Information and Relativity Theory, *Rev. Mod. Phys.* 76, 93 (2004).
- [5] M. L. W. Basso, J. Maziero, Complete complementarity relations and their Lorentz invariance, *Proc. R. Soc. A.* 477: 20210058 (2021).
- [6] M. L. W. Basso, J. Maziero, Complete complementarity relations in curved spacetimes, *Phys. Rev. A* 103, 032210 (2021).