

¿Qué tan controlable es la dinámica de la información cuántica?

- Gonzalo A. Álvarez,^{1,2,3} Federico D. Dominguez,³ M. Cristina Rodriguez,^{1,3} Martin Kuffer,^{1,2,3} Analia Zwick^{2,3}

¹Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo

²Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA, CONICET, Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo 9500 (8400) S. C. Bariloche, Argentina.

³Laboratorio de Espectroscopia e Imágenes por Resonancia Magnética Nuclear, Departamento de Física Médica, Centro Atómico Bariloche, CNEA, CONICET

El procesamiento confiable de la información cuántica para desarrollar tecnologías cuánticas requiere el control preciso de sistemas de muchos cuerpos fuera de equilibrio [1,2]. Esta es una tarea muy desafiante ya que la fragilidad de los estados cuánticos a las perturbaciones externas aumenta con el tamaño del sistema. En este trabajo mostramos una serie de simulaciones cuánticas implementadas con Resonancia Magnética Nuclear que permiten cuantificar cuánto se aparta una dinámica cuántica ante perturbaciones en el Hamiltoniano de control [3-5]. Determinamos “out-of-time order correlations” (OTOCs) [1,6] que cuantifican cuanto se aparta la dinámica cuántica controlada idealmente de una dinámica realista que contiene imperfecciones [4,5]. Se observa que la tasa de decaimiento de la fidelidad de esta dinámica se incrementa con el número efectivo e instantáneo K de qubits activos, siguiendo una ley de potencia K^α . Se observan cambios en la ley de escala de la decoherencia que definen la fragilidad del control cuántico, manifiesta en el exponente α . Desarrollamos un modelo para caracterizar éstas OTOCs y la fragilidad de la dinámica cuántica, consistente con las observaciones experimentales. Estos resultados indican que el control confiable de sistemas cuánticos grandes podría ser factible en condiciones realistas, si las perturbaciones pueden mantenerse por debajo de este umbral crítico.

Referencias:

- [1] R.J. Lewis-Swan, A. Safavi-Naini, A.M. Kaufman, and A.M. Rey. *Dynamics of quantum information*. Nat. Rev. Phys. **1**, 627 (2019).
- [2] M. Kuffer, A. Zwick, and G.A. Álvarez. *Path integral framework for characterizing and controlling decoherence induced by non-stationary environments on a quantum probe*. En referato (2021).
- [3] G.A. Álvarez, D. Suter, and R. Kaiser. *Localization-delocalization transition in the dynamics of dipolar-coupled nuclear spins*. Science **349**, 846 (2015).
- [4] F.D. Dominguez, M.C. Rodriguez, R. Kaiser, D. Suter, and G.A. Alvarez. *Decoherence scaling transition in the dynamics of quantum information scrambling*. Phys. Rev. A **104**, 012402 (2021).
- [5] F.D. Domínguez, and G.A. Álvarez, *Dynamics of quantum information scrambling under decoherence effects*. arXiv:2107.03870 (2021).
- [6] B. Swingle. *Unscrambling the physics of out-of-time-order correlators*. Nat. Phys. **14**, 988 (2018).