



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Carlos Pérez Espigares
Departamento y Área de Conocimiento:	Electromagnetismo y Física de la Materia
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	

Título del Trabajo:	Estudio de fenómenos de no-equilibrio en sistemas cuánticos abiertos
----------------------------	----------------------------------------------------------------------

Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
		2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
		3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

Un sistema cuántico abierto (OQS por sus siglas en inglés), a diferencia de uno aislado, describe un sistema cuántico en contacto con un entorno. Dado que la mayoría de sistemas no están perfectamente aislados, la teoría de los OQSs se ha convertido en uno de los pilares fundamentales en muchas de las aplicaciones actuales de la física cuántica. El efecto del entorno está codificado en los llamados operadores de salto cuánticos (quantum jump operators) que actúan sobre el sistema, cuya dinámica viene dada por la llamada ecuación de Lindblad. Tal ecuación es una ecuación maestra para sistemas cuánticos y se puede entender como una generalización de la ecuación maestra para procesos estocásticos clásicos. Esta conexión hace que muchas de las herramientas y técnicas bien conocidas en física estadística clásica se puedan aplicar a los OQSs. En este trabajo lo que se pretende es ahondar en esta conexión para entender en mayor profundidad los fenómenos en los OQSs, en particular, el decaimiento en un sistema de dos niveles (qubit) o fenómenos de no-equilibrio como el transporte en cadenas de espines.

Objetivos planteados:

El alumno deberá realizar el análisis de la dinámica de un qubit a temperatura cero. Para ello diagonalizará el superoperador de la ecuación de Lindblad y comparará los resultados con las simulaciones de la dinámica cuántica estocástica. Seguidamente realizará el mismo análisis para una cadena de espines interactuantes. Se estudiará a su vez el efecto en el sistema de los diversos operadores cuánticos de salto. Como objetivo más ambicioso también estudiará el formalismo de la termodinámica de las trayectorias y lo aplicará a los sistemas anteriores.

Metodología:

Para realizar este trabajo se utilizarán diversas técnicas de análisis en el estudio de los OQSs. En concreto se utilizarán métodos de diagonalización numérica exacta de superoperadores para hallar los estados estacionarios de los sistemas de interés. Además se utilizarán otras técnicas computacionales como el método de Monte Carlo de los saltos cuánticos (quantum jump Monte Carlo method) para simular la dinámica de los OQSs como complemento al análisis derivado de la diagonalización exacta.

Bibliografía:

- 1) Breuer, Heinz-Peter, and Francesco Petruccione. The theory of open quantum systems. Oxford University Press on Demand, 2002.
- 2) Garrahan, Juan P. "Aspects of non-equilibrium in classical and quantum systems: Slow relaxation and glasses, dynamical large deviations, quantum non-ergodicity, and open quantum dynamics." *Physica A: Statistical Mechanics and its*



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

*Applications*504 (2018): 130-154.

3) Plenio, M. B., & Knight, P. L. (1998). The quantum-jump approach to dissipative dynamics in quantum optics. *Reviews of Modern Physics*, 70(1), 101.

4) Garrahan, J. P., & Lesanovsky, I. (2010). Thermodynamics of quantum jump trajectories. *Physical review letters*, 104(16), 160601.

5) Carollo, Federico, et al. "Making rare events typical in Markovian open quantum systems." *Physical Review A* 98.1 (2018): 010103.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a:

Granada, 10 de Mayo 2019

Sello del Departamento