

# Entanglement Dynamics in Open Systems

A quantum trajectory approach

Ivonne A. Guevara

Director: Carlos Viviescas

Departamento de Física,

Universidad Nacional de Colombia,

Bogotá D.C., Colombia.

## Abstract

We use quantum diffusive trajectories to analyze the effects of decoherence in the entanglement dynamics of open quantum systems and test this approach from various perspectives. We study the dynamics of concurrence for  $2 \times 2$  systems coupled in different ways to thermal, dephasing and depolarizing channels. In specific cases we prove that the time evolution of bipartite entanglement under spontaneous emission can be fully characterized by an *optimal* continuous monitoring of the system. We analytically determine this optimal unraveling, and derive a deterministic evolution equation for the system's concurrence. Furthermore, we propose an experiment to monitor the entanglement dynamics, and to determine the disentanglement time from a single trajectory. We use entanglement of formation and concurrence of assistance to also explore the possibilities this approach has in the preparation and control of ensembles with small variance or of states with high values of entanglement. We find specific cases with time independent unravellings that protect entanglement, specially for maximally entangled states, even under noisy environments.

**Keywords:** quantum entanglement, open quantum systems, decoherence, quantum trajectories, quantum computation and information.

## Resumen

A partir del enfoque de trayectorias cuánticas difusivas se analizan los efectos de la decoherencia en la dinámica del entrelazamiento de sistemas abiertos probando este enfoque desde varias perspectivas. Se estudia la dinámica de concurrencia de sistemas  $2 \times 2$  acoplados a diferentes entornos térmicos, desfazantes y despolarizantes. En casos específicos se demuestra que la evolución temporal del entrelazamiento bipartito bajo emisión espontánea puede ser completamente caracterizado por un monitoreo *óptimo* continuo del sistema. Se determina analíticamente este deshilamiento óptimo y se deriva una ecuación de evolución determinística para la concurrencia del sistema. Además, se aprovechan las medidas de entrelazamiento de formación y concurrencia de asistencia para explorar las posibilidades que el enfoque de trayectorias cuánticas tiene en la preparación y control de ensambles con mínima varianza o máximo valor promedio de entrelazamiento. Se encuentran casos específicos con independencia temporal que de hecho protegen esta propiedad, en particular para estados máximamente entrelazados, aún bajo el efecto de ambientes ruidosos.

**Palabras claves:** Entrelazamiento cuántico, sistemas cuánticos abiertos, decoherencia, trayectorias cuánticas, computación e información cuántica.