



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Carlos Pérez Espigares

**Departamento y Área de Conocimiento:** Electromagnetismo y Física de la Materia Condensada

**Cotutor/a:**

**Departamento y Área de Conocimiento:**

**Título del Trabajo:** Estudio del caminante aleatorio cuántico en la optimización de algoritmos

**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:**

Los caminantes aleatorios cuánticos (QRW) son los análogos cuánticos de los caminantes aleatorios clásicos (CRW) [1]. Al igual que los CRWs juegan un papel fundamental en una infinidad de algoritmos clásicos, un creciente número de algoritmos cuánticos se basan en los QRWs para su descripción y solución. Como resultado de este enfoque cuántico, se está consiguiendo una mejora en la eficiencia y el rendimiento de los algoritmos aleatorios. Concretamente, la versión cuántica de un gran número de algoritmos basados en cadenas de Markov, incluyendo el algoritmo de búsqueda de Groover como ejemplo paradigmático, muestra una aceleración cuadrática respecto a sus homólogos clásicos [2]. Otro ejemplo destacable donde los protocolos cuánticos superan a su versión clásica es en el algoritmo de clasificación de las páginas webs de Google [3]. En este caso, el tiempo óptimo de convergencia para diferentes topologías de redes complejas se logra para un régimen dinámico caracterizado por una competición entre un proceso cuántico coherente (evolución unitaria) y un proceso disipativo [4]. En este trabajo, se estudiará la mejora en el diseño de los citados algoritmos a partir del estudio de QRWs tanto en tiempo discreto como en tiempo continuo.

**Objetivos planteados:**

- Inicialmente, se estudiará el modelo discreto de QRW. Para ello se estudiará la distribución de probabilidad de una moneda de Hadamard.
- Estudio del modelo en tiempo continuo de QRW.
- Se analizará la versión clásica y cuántica del algoritmo de Groover y se comprobará la aceleración cuadrática en el caso cuántico.
- Estudio del balance óptimo entre dinámica cuántica coherente y disipativa para el caso del algoritmo de clasificación de las páginas webs de Google.

**Metodología:**

El estudio de RWs, tanto clásicos como cuánticos, se abordará desde un punto de vista analítico y computacional. Para ello, además de aplicar técnicas de combinatoria, se realizarán simulaciones por ordenador de CRWs así como de QRWs para un caminante de Hadamard con una condición inicial simétrica. En el caso cuántico disipativo, se diagonalizará el superoperador de la ecuación de Lindblad y se compararán los resultados con las simulaciones de la dinámica cuántica estocástica. Asimismo 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.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

**Bibliografía:**

- 1) J. Kempe, *Quantum random walks - an introductory overview*, Contemporary Physics 44 (4), 307 (2003)
- 2) M. Szegedy, *Quantum speed-up of Markov chain based algorithms*, 45th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, 32 (2004)
- 3) G. D. Paparo and M. A. Martin-Delgado, *Google in a quantum network*, Sci. Rep. 2, 444 (2012)
- 4) E. Sánchez-Burillo, J. Duch, J. Gómez-Gardeñes and D. Zueco, *Quantum Navigation and Ranking in Complex Networks*, Sci. Rep. 2, 605 (2012)

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

Alumno/a propuesto/a: Antonio David Bastida Zamora

Granada, 10 de Mayo 2021