



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Simulación y estudio de redes neuronales cuánticas

**Descripción general** (resumen y metodología):

En este trabajo se estudiará computacionalmente un modelo de red neuronal cuántica con inspiración biológica, donde las unidades básicas están constituidas por qubits y con interacciones entre los qubits que imiten la transmisión sináptica observada en los medios neuronales reales. La dinámica y comportamiento emergente de la red neuronal cuántica se estudiará mediante el formalismo de la ecuación de Lindblad. Se estudiará también si la fenomenología observada tiene aplicación para aprendizaje automático cuántico, campo de investigación de gran relevancia actual. El trabajo se enmarca en el campo de la neurofísica, la neurociencia computacional y la computación cuántica.

Metodología:

- Uso de técnicas de la física estadística del no-equilibrio y de los sistemas cuánticos abiertos.
- Análisis de negatividad para el estudio de entrelazamiento cuántico en redes de qubits interaccionando.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

- 1) Diseño y estudio de un sistema cuántico constituido por qubits interactuando mediante acoplamientos dependientes del tiempo y de la actividad similares a sinapsis biológicas.
- 2) Estudio de nueva fenomenología emergente, resultado de la interacción entre diferentes dinámicas, y que todavía no ha sido descrita en la literatura. En particular se estudiará el comportamiento del entrelazamiento entre los qubits en función de los parámetros relevantes del sistema.
- 3) Relacionar los comportamientos emergentes en el sistema con resultados previos y con fenómenos de alto nivel en el cerebro, e investigar su posible aplicación en algoritmos de aprendizaje automático cuántico.

**Bibliografía básica:**

- 1) D. J. Amit, Modeling Brain Function: The World of Attractor Neural Networks, Cambridge University Press (1989)
- 2) J. J. Torres and D. Manzano, A model of interacting quantum neurons with a dynamic synapse', New Journal of Physics 24 073007 (2022)
- 3) J. Biamonte, P. Wittek, N. Pancotti, N. Wiebe, and S. Lloyd. Quantum machine learning. Nature, 549:195, 2017.
- 4) P. Rotondo, M. Marcuzzi, J.P. Garrahan, I. Lesanovsky, and M Müller. Open quantum generalisation of hopfield neural networks. J. Phys. A: Math. Theor., 51:115301, 2018.

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

## 2. DATOS DEL TUTOR/A:

**Nombre y apellidos:** JOAQUÍN TORRES AGUDO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

**Correo electrónico:** jtorres@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**