



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Testeo de propiedades cuánticas en ordenadores cuánticos

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

Una parte fundamental de la verificación del buen funcionamiento de un ordenador cuántico es la caracterización de sus propiedades intrínsecamente cuánticas y la robustez de ellas frente desafíos experimentales tales como tiempo de ejecución, estructura de la red de qubits y los ruidos presentes en sus operaciones.

Metodología

Revisión de fundamentos de la física cuántica;

Ejecución de circuitos cuánticos de hasta 2 qubits;

Mapeamiento de calidad de conexiones de 2 qubits;

Extensión de análisis para 3 qubits o más;

Comparación y posible inclusión de aprendizaje de máquina.

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

**Objetivos planteados:**

El objetivo de este proyecto tiene como foco primario el uso de aspectos fundamentales de la teoría cuántica para testear el correcto funcionamiento de un ordenador cuántico. Desarrollaremos tests de propiedades fundamentales de sistemas cuánticos multipartitos para verificar la capacidad de un procesador cuántico de simular cualquier otro sistema cuántico. Plantearemos el uso de propiedades como el entrelazamiento o la contextualidad como testigos de calidad de dichos procesadores. Desarrollaremos tests adecuados para caracterizar procesadores cuánticos, e.g., la calidad de las conexiones entre los qubits o la calidad de las puertas entrelazadoras. Para ello desarrollaremos métodos basados en desigualdades de Bell y otros testigos de no-clasicalidad. Desarrollaremos protocolos cuánticos para dispositivos cuánticos existentes basados en mediciones en los ordenadores. Verificaremos nuestros métodos mediante simulaciones numéricas y plantearemos su implementación en ordenadores cuánticos existentes.

Objetivos secundarios y/o posibles ramificaciones de la investigación incluyen el uso de técnicas computacionales de aprendizaje de máquinas en conjunto con el empleo de avances recientes en la literatura relacionada, como por ejemplo las llamadas sombras clásicas de estados cuánticos para aprender propiedades que sean funciones lineales (posiblemente cuadráticas) del estado con un número reducido de mediciones.

**Bibliografía básica:**

Referencias

Para la revisión, se puede usar libros-textos convencionales de cursos de mecánica cuántica, bien como literatura de investigación relacionada.

Ejecuciones de circuitos de 2 qubits podrán ser hecho de acuerdo por ejemplo con lo que se hace en la referencia [1] abajo. Mientras que, para la extensión, podemos seguir el contenido en [2]. Fuentes extras incluyen por ejemplo [3], el artículo principal envolviendo el método de las sombras

clásicas.

[1] "Analysis of the Bell-type inequalities on the IBM's open-access quantum computer"

[https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/170926/1/CABO%20ALMEIDA%20DAVID\\_1338769\\_assignmentsubmission\\_fiCabo-Almeida-David.pdf](https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/170926/1/CABO%20ALMEIDA%20DAVID_1338769_assignmentsubmission_fiCabo-Almeida-David.pdf)

[2] "Generating multipartite nonlocality to benchmark quantum computers"

<https://arxiv.org/pdf/2406.07659>

[3] "Predicting many properties of a quantum system from very few measurements"

<https://www.nature.com/articles/s41567-020-0932-7>

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** JARA JUANA BERMEJO VEGA

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

**Correo electrónico:** jbermejovega@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:**