

MÁSTER EN NUEVAS TECNOLOGÍAS ELECTRÓNICAS Y FOTÓNICAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - CURSO 2025-2026

PROPUESTA

Título:	Diseño de sistemas basados en Quantum Machine Learning mediante PennyLane/Qiskit/Dwave
Título en inglés	QML using PennyLane/Qiskit/Dwave
Tutor/es	Guillermo Botella Juan; Alberto del Barrio García
Correos-e:	gbotella@ucm.es
Lugar de realización:	UCM

Resumen:

Los rápidos avances de la última década en Computación Cuántica (CC) han llevado a todas las grandes compañías a investigar en este campo. En los últimos años, además, se ha comenzado a explorar la CC como una vía para acelerar ciertas áreas relacionadas con la Inteligencia Artificial, otro de los campos más explorados actualmente en Informática. Por ejemplo, el tiempo de entrenamiento en Redes Neuronales es muy grande y, conforme aumenta la complejidad de la red, el problema empeora. Este TFM se plantea para explorar los frameworks de Quantum-AI más prometedores del momento, entre ellos PennyLane [1], desarrollado por Xanadu y en el cual colaboran IBM, Google, Amazon, IonQ o Rigetti, el propio Qiskit de IBM [2-3], así como las tecnologías cuánticas de D-Wave [4], pioneras en el uso de sistemas de recocido cuántico. Se elegirá el paradigma de QML a implementar mediante CC [5].

Metodología:

- Aprendizaje de QML y su Potencial: Se aprenderá la teoría detrás de los algoritmos de QML y se explorarán las posibles ventajas sobre los enfoques clásicos.
- Introducción a PennyLane y Qiskit: Se proporciona una visión general detallando sus características, arquitecturas, y cómo facilitan la implementación de algoritmos de QML, incluyendo la integración con herramientas de aprendizaje automático clásicas.
- Diseño y Desarrollo de Modelos de QML: En esta parte, se aprenderá el proceso de diseño y desarrollo de modelos de QML específicos, utilizando PennyLane y Qiskit. Se desarrollarán modelos sencillos prácticos, como la clasificación de datos o la optimización de funciones, implementando estos modelos en un entorno cuántico.
- Comparativa de Rendimiento con Modelos Clásicos: Se realizará un análisis comparativo entre los modelos de QML desarrollados y sus equivalentes clásicos, evaluando aspectos como la precisión, entrenamiento y la escalabilidad.
- Desafíos y Limitaciones Actuales: Se discuten los desafíos técnicos y teóricos en el campo del QML, incluyendo la limitada disponibilidad de qubits, el ruido en los sistemas cuánticos y las barreras para la integración con tecnologías existentes.

Conocimientos previos recomendados:

Programación en Python/Matlab. Haber cursado alguna asignatura relacionada la física cuántica o tecnologías cuánticas.

Bibliografía:

- [1] <https://pennylane.ai/> (último acceso 4/9/25)
- [2] <https://qiskit.org/ecosystem/machine-learning/> (último acceso 4/9/25))
- [3] <https://qiskit.org/ecosystem/machine-learning/tutorials/index.html> (u.a 4/9/25)
- [4] <https://www.dwavesys.com/> (4/9/25)
- [5] A Practical Guide to Quantum Machine Learning and Quantum Optimisation: Hands-on Approach to Modern Quantum Algorithms by Elías Fernández-Combarro Álvarez and Samuel González Castillo. 2023. Packt.