

UNIDAD: <b>IZTAPALAPA</b>		DIVISIÓN <b>CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA</b>	
NIVEL: <b>MAESTRÍA</b>		EN <b>POSGRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA</b>	
CLAVE: <b>xxxxxx</b>	UNIDAD DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE: <b>APRENDIZAJE MAQUINAL CUÁNTICO</b>		TRIM: <b>III o IV</b>
HORAS TEORÍA: <b>4.5</b>	SERIACIÓN <b>AUTORIZACIÓN</b>		CRÉDITOS: <b>9</b>
HORAS PRÁCTICA: <b>0</b>			OPT/OBL: <b>OPT.</b>

**OBJETIVO(S):** Que el alumnado sea capaz de formular, analizar y aplicar los conocimientos básicos del aprendizaje maquinal y la optimización cuántica en el contexto de problemas inscritos en el campo de la Ingeniería Biomédica y áreas afines.

**CONTENIDO SINTÉTICO:**

- 1. Fundamentos de la computación cuántica.**
  - 1.1. Introducción al cómputo cuántico.
  - 1.2. Modelos de circuitos cuánticos.
  - 1.3. Un cúbit y la esfera de Bloch.
  - 1.4. Dos cúbits y el entrelazamiento.
  - 1.5. Múltiples cúbits y la universalidad.
  - 1.6. Qiskit versus PennyLane
- 2. Optimización binaria cuadrática sin restricciones.**
  - 2.1. El problema Max-Cut y el modelo Ising.
  - 2.2. Formulación de problemas de optimización de la forma cuántica.
  - 2.3. Del modelo Ising al QUBO y de regreso.
  - 2.4. Problemas de optimización combinatoria con el modelo QUBO.
- 3. Computación cuántica adiabática y recocido cuántico.**
  - 3.1. Computación cuántica adiabática
  - 3.2. Recocido cuántico
  - 3.3. Usando Ocean en la optimización
- 4. Algoritmo de optimización aproximada cuántica (QAOA).**
  - 4.1. De la computación adiabática a QAOA.
  - 4.2. Optimización cuántica híbrida.
  - 4.3. QAOA con Qiskit
  - 4.4. QAOA con PennyLane
- 5. Búsqueda adaptiva por Grover (GAS).**
  - 5.1. Algoritmo de Grover.
  - 5.2. Oráculo cuántico para optimización combinatoria/discreta
  - 5.3. GAS con Qiskit.
- 6. Eigensolver cuántico variacional (VQE).**
  - 6.1. Hamiltonianos, observables y sus valores esperados.
  - 6.2. Introduciendo VQE a la química cuántica.
  - 6.3. VQE con PennyLane.
- 7. Aprendizaje Maquinal Cuántico (QML).**
  - 7.1. Introducción al aprendizaje maquinal.
  - 7.2. Entrenando un modelo con TensorFlow.
  - 7.3. Modelos clásico-cuánticos.
- 8. Máquinas de soporte vectorial cuánticas (QSVM).**
  - 8.1. Máquinas de soporte vectorial
  - 8.2. La idea general de QSVM

8.3. QSVM con PennyLane.

**9. Redes neuronales cuánticas (QNN).**

9.1. Construcción y entrenamiento de una QNN.

9.2. QNN con PennyLane.

**10. Arquitecturas híbridas.**

10.1. Para qué las arquitecturas híbridas.

10.2. Arquitecturas híbridas en PennyLane.

**11. Redes generativas adversarias cuánticas (QGAN).**

11.1. GAN y su contraparte cuántica.

11.2. QGAN y PennyLane.

**MODALIDADES DE CONDUCCIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE:**

Exposición que realizará la persona docente en la que enfatizará los aspectos más importantes de cada tema, haciendo ver que existe una unidad dentro de cada uno de ellos.

**MODALIDADES DE EVALUACIÓN:**

Evaluaciones periódicas, tareas y ejercicios a juicio del personal académico responsable. La modalidad particular de evaluación se le comunicará al alumnado al inicio del curso en forma detallada.

Evaluación de recuperación:

La UEA no tiene evaluación de recuperación.

**BIBLIOGRAFÍA NECESARIA O RECOMENDABLE:**

1. Combarro, E. F. González-Castillo, S. *A practical guide to Quantum Machine Learning and Quantum Optimization*, Pakt, UK, 2023.
2. Nielsen, M. A., Chuang, I. L. *Quantum Computation and Quantum Information. 10<sup>th</sup> Anniversary Edition*. Cambridge University Press, New York, 2010.
3. Strang, G. *Linear Algebra and Learning from Data*, Wellesley-Cambridge Press, USA, 2019.
4. Pattanayak, S. *Quantum Machine Learning with Python*, Apress, USA, 2021.
5. Shethe, A., Lee, T. *Quantum computing for machine learning*, Independently published, 2025.
6. Du, Y., Wang, X., Guo, N., Yu, Z., Qian, Y., Zhang, K., Hsieh, M. H., Reberntrost, P., Tao, D. *A gentle introduction to quantum machine learning*, Springer, Singapur, 2025.