



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

I.- Datos de identificación de la unidad de aprendizaje

<b>Unidad académica:</b>	Centro de Investigación en Computación										
<b>Programa académico:</b>	Doctorado en Ciencias de la Computación										
	X	Doctorado				Orientación profesional					
		Maestría			X	Orientado a la investigación					
		Especialidad				Con la industria					
						Especialidad médica					
<b>Nombre de unidad de aprendizaje:</b>	Sesión de colegio donde se propuso:		Ordinaria 7, 2023			Fecha de propuesta:		26 de julio de 2023			
	<b>Algoritmos Cuánticos</b>										
<b>Tipo de unidad de aprendizaje:</b>	Clave de la unidad de aprendizaje:		<b>23B8382</b>			Créditos:		5		<i>REP 2017</i>	
	Semanas del semestre		18	Horas a la semana:		4	Horas totales:		72		
	Obligatoria:		Optativa:		X	Observaciones:					
	Semestre:										
	Teórica (%):	100	Práctica (%):			Teórico-prácticas (%):					
<b>Área del conocimiento:</b>	Ingeniería y Ciencias Fisicomatemáticas		X	Ciencias Sociales y Administrativas			Ciencias Médico Biológicas		Interdisciplinario		
<b>Modalidad no escolarizada:</b>	No escolarizada			Nombre de la Plataforma:							
	Mixta			Presencial (%):			En plataforma (%):				
<b>Horas establecidas en el programa de estudios:</b>	Presenciales (si procede) (horas x semana)					En plataforma (horas x semana):					



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

#### I. Aprendizajes que el estudiante deberá demostrar al finalizar

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Actitudes y valores
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conceptos básicos de la ciencia de la información cuántica.</li> <li>● Principios de la computación cuántica e información cuántica.</li> <li>● Paradigma de programación de algoritmos cuánticos.</li> <li>● Métodos y análisis de complejidad.</li> <li>● Aplicaciones de los algoritmos cuánticos en aprendizaje automático y optimización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Analizar un problema dado y proponer soluciones.</li> <li>● Desarrollar e implementar algoritmos cuánticos empleando las herramientas existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ser capaz de adaptarse a las nuevas herramientas que surjan relacionadas a la información cuántica, manteniendo la mente abierta y ser flexibles para poder trabajar en un área que se encuentra en desarrollo.</li> </ul>

#### Resolución que aborda la propuesta con su enfoque disciplinar

En las ciencias de la computación clásica existen una serie de problemas que presentan una alta complejidad computacional convirtiendo en inviables las soluciones, la computación cuántica ofrece una alternativa para resolver este tipo de problemas. Esta asignatura presenta un enfoque explicativo y práctico en el uso y creación de nueva tecnología e investigación de la información cuántica para ofrecer las herramientas básicas a los alumnos para el desarrollo de algoritmos cuánticos e híbridos cuántico-clásicos que den solución a problemas de clasificación y recuperación de imágenes, clasificación de datos estructurados, selección de características, selección de modelos para circuitos variacionales y resolución de problemas de optimización combinatoria.



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

#### II. Proximidad formativa

Áreas multi, inter y transdisciplinarias

Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento

Sectores sociales

<ul style="list-style-type: none"><li>● Ciencias de la información</li><li>● Computación cuántica</li><li>● Aprendizaje automático</li><li>● Optimización</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Inteligencia artificial y cómputo científico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Divulgar este nuevo paradigma computacional.</li><li>● Formar grupos de trabajo multidisciplinarios en México impulsando el desarrollo de la computación cuántica.</li></ul>
<p>Estrategia de asociación: Participar en talleres, conferencias y programas de divulgación científica. Involucrarse en las actividades organizadas por la sociedad científica y empresas líderes en el desarrollo de tecnologías cuánticas.</p>		



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

#### III Metodología de enseñanza – aprendizaje

Descripción

Evidencias como proceso de aprendizaje	Evidencias integradoras (resultados que contribuyen al curriculum)	Ponderación

#### IV. Descripción de la participación esperada en el estudiante

Receptiva	Resolutiva	Autónoma	Estratégica



## Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

### Contenido temático

1.	Introducción	2 horas
2.	Base teórica	8 horas
	2.1. Qubits y estados cuánticos	
	2.2. Operadores	
	2.3. Productos tensoriales	
	2.4. El operador de densidad	
	2.5. Hamiltonianos	
	2.6. Teoría de la medida cuántica	
	2.7. Entrelazamiento	
	2.8. Circuitos y puertas cuánticas	
3.	Introducción a la programación	12 horas
	3.1. Configuración para el uso de Qiskit y PennyLane	
	3.2. Representación de los Qubits	
	3.3. Compuertas y construcción de circuitos.	
	3.4. Simulación en Qiskit y PennyLane	
	3.5. Visualización de mediciones	
	3.6. Configuración para emplear computadoras reales	
	3.7. Protocolo de teletransportación	
	3.8. Creación de oráculos	
4.	Algoritmo Deutsch-Jozsa	8 horas
	4.1. Descripción del problema Deutsch	
	4.2. Procedimiento del algoritmo	
	4.3. Implementación del algoritmo	
	4.4. Implementación de Deutsch-Jozsa para n qubits	
	4.5. Análisis de complejidad	



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

5.	Algoritmos cuánticos	6 horas
	5.1. Transformada cuántica de Fourier	
	5.2. Estimación de fase	
6.	Algoritmo de Shor	8 horas
	6.1. Descripción del problema a resolver con el algoritmo	
	6.2. Procedimiento del algoritmo	
	6.3. Implementación del algoritmo	
	6.4. Cálculo de complejidad	
7.	Algoritmo de Grover	8 horas
	7.1. Descripción del problema a resolver con el algoritmo	
	7.2. Procedimiento del algoritmo	
	7.3. Implementación del algoritmo	
	7.4. Análisis de complejidad	
8.	Aprendizaje automático cuántico	10 horas
	9.1. Inicialización de datos	
	9.2. Redes neuronales y convolucionales	
	9.3. Otros algoritmos cuánticos automáticos emergentes	
8.	Algoritmos híbridos de Optimización	10 horas
	10.1. Descripción del problema a resolver con el algoritmo	
	10.2. Procedimiento del algoritmo	
	10.3. Implementación del algoritmo	
	10.4. Análisis de complejidad	



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

#### V. Secuencia programática

No.	Tem a	Objetivo de aprendizaje / competencia específica	Tiempo/Horas/Semanas	
Actividad(es):	No. Nombre de la actividad: Descripción de la actividad:		Tipo de interacción(es):	
			Referencias (s):	
Evidencia(s):				

**Tipo de interacción:** ID–Instrucción directa, TC–Trabajo colaborativo, AC–Análisis en campo, RP–Reflexión personal, PE–Presentación expositiva

**Nota:** *Replique esta sección las veces que sea necesario para cubrir toda la secuencia programática*

Indicar solo el número de las *Referencias* indizadas en la sección VII de este documento.

#### VI. Habilitadores tecnológicos

Disposiciones	Especificaciones / descripción de efectos
Conectividad	
Habilidades digitales	
Interoperabilidad	
Datos abiertos	
<i>Big Data</i>	
<i>Machine Learning</i>	
Simulación	
Realidad aumentada	
Otro...	



## Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

### VII. Referencias

#### Conferencias magistrales y Notas complementarias

1. <a href="https://qiskit.org/documentation/">https://qiskit.org/documentation/</a>
2. <a href="https://docs.pennylane.ai/en/stable/">https://docs.pennylane.ai/en/stable/</a>
3. <a href="https://algassert.com/quirk">https://algassert.com/quirk</a>

#### Documentales / electrónicas

1. Rieffel, E. G., & Polak, W. H. (2011). <i>Quantum computing: A gentle introduction</i> . MIT Press.
2. McMahon, D. (2007). <i>Quantum computing explained</i> . John Wiley & Sons.
3. Chuang, I. and Nielsen, M. (2000) <i>Quantum Computation and Quantum Information</i> . Cambridge University Press.
4. Sakurai, J. J. and Napolitano, J. (2017). <i>Modern Quantum Mechanics 2nd Ed.</i> , Cambridge University Press.
5. <a href="https://qiskit.org/textbook/ch-labs/Lab07_QuantumSimulationSearchAlgorithm.html">https://qiskit.org/textbook/ch-labs/Lab07_QuantumSimulationSearchAlgorithm.html</a> .
6. <a href="https://qiskit.org/documentation/partners/qiskit_ibm_runtime/locale/es_UN/tutorials/sea_with_sampler.html">https://qiskit.org/documentation/partners/qiskit_ibm_runtime/locale/es_UN/tutorials/sea_with_sampler.html</a>
7. <a href="https://qc-fem.github.io/projects/2021/03/08/FermionSimulation.html">https://qc-fem.github.io/projects/2021/03/08/FermionSimulation.html</a>



**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

VIII. Créditos y responsabilidades

Responsabilidad	Nombre completo	Clave de nombramiento /No. de empleado
Coordinador (Autor)	Guohua Sun	15530-EC-22/210668
Participante (Coautor)	Shihai Dong Luis Fernando Quezada Mata	16604-EE-22-6 COL /2600622 16408-EA-22
Asesor didáctico / Diseñador Instruccional	Areli Yesareth Guerrero Estrada	A220593
Tecnólogo educativo / Comunicólogo	Brian García Sarmina	B220271
Corrector de estilo	Miguel Alejandro Medina Armendariz	A220596
Programador multimedia / Diseñador gráfico		
Otro...		

VERIFICACIÓN GENERAL DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA	REVISIÓN DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA (VIABILIDAD)
Por la División de Operación y Promoción al Posgrado de la SIP  Nombre _____  FIRMA _____	Por la Subdirección de Diseño y Desarrollo de la DEV  Nombre _____  FIRMA _____

VERIFICACIÓN PARA SU PUESTA EN OPERACIÓN	REVISIÓN TÉCNICO-PEDAGÓGICA PARA LA MODALIDAD
--	---



Instituto Politécnico Nacional

Secretaría Académica  
Dirección de Educación Virtual

Secretaría de Investigación y Posgrado  
Dirección de Posgrado

SIP-30

**Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021**

<p>Por la Dirección de Posgrado</p> <p>Nombre _____</p> <p>FIRMA _____</p> <p>SELLO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Por la Dirección para la Educación Virtual</p> <p>Nombre _____</p> <p>FIRMA _____</p>
---	--