



## Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

### INSTRUCTIVO para el correcto llenado del formato SIP-30

- El formato SIP-30 es un formato digital el cual puede ser completado con un procesador de texto y guardarse como archivo PDF para su envío.
- Adicionalmente será necesario anexar la solicitud firmada por el director de la Unidad Académica respectiva y el acuerdo de Colegio donde se avaló su registro; tenga listos los archivos al momento de ingresar su solicitud en el formulario en línea.
- El enlace de atención única para esta y otras gestiones es: <https://forms.office.com/r/c8DLS6VBv1> (copie y pegue en un navegador web si el enlace no funciona)
- Tome en cuenta los criterios establecidos en el Reglamento de Estudios de Posgrado ([REP 2017](#)) para el llenado de este formato, a continuación se presentan algunas definiciones útiles:
  - *Número de semanas por semestre del programa*: Es el número de semanas lectivas efectivas al semestre, indicadas en el acuerdo de creación del programa académico o en alguna actualización posterior del programa. En caso de haber tenido una actualización en este sentido, la misma deberá haber sido presentada y avalada en reunión del Colegio de Profesores de la Unidad Académica, además de haber sido aprobada por la SIP. El rango de semanas lectivas al semestre es mínimo 15 y máximo 18.
  - *Tipo de horas*: Las unidades de aprendizaje, en cuanto a las horas asignadas, están clasificadas como: Teóricas, Prácticas y Teórico-prácticas. Estas denominaciones son excluyentes, es decir, las unidades de aprendizaje solo pueden ser de un solo tipo, no pueden tener horas combinadas.
  - *Número de horas – semana*: Es el número de horas asignadas para ser impartida la Unidad de Aprendizaje a la semana.
  - *Total de horas al semestre*: Es el número de horas totales a impartir de la Unidad de Aprendizaje al semestre. Se calcula multiplicando Número de semanas por número de horas-semana.
  - *Créditos* (Reglamento de Estudios de Posgrado 2017): FÓRMULA DE CÁLCULO:  $16 \text{ hrs.} = 1 \text{ crédito}$  (horas totales / 16), no deben asignarse fracciones, los créditos deben redondearse a número entero.
- Para el registro de unidades de aprendizaje de modalidad no escolarizada o mixta incluya adicionalmente los campos marcados con el color azul
- En todos los campos existen comentarios en forma de  globo que sirven de ayuda para el requisitado correspondiente, en caso de duda solicite apoyo del asesor didáctico de la UTEyCV de su Unidad Académica.



### 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 (CIC)									
<b>Programa académico:</b>	Maestría en Ciencias en Ingeniería de Computo									
		Doctorado				Orientación profesional				
	x	Maestría			X	Orientado a la investigación				
		Especialidad				Con la industria				
						Especialidad médica				
	Sesión de colegio donde se propuso:		Novena sesión ordinaria			Fecha de propuesta:		30 de septiembre 2022		
<b>Nombre de unidad de aprendizaje:</b>	<b>Quantum Computing</b>									
	Clave de la unidad de aprendizaje:					Créditos:		5		
	Semanas del semestre		18	Horas a la semana:		4	Horas totales:		72	
<b>Tipo de unidad de aprendizaje:</b>	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>• Difference between classical computation and quantum computation.</li> <li>• Basic concepts in quantum computation theory.</li> <li>• Mathematical representation of quantum computation.</li> <li>• The benchmark quantum algorithms.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Be able to identify the main differences between classical and quantum computation.</li> <li>• Be able to identify the advantages of quantum over classical computation.</li> <li>• Be able to design and implement quantum algorithms to resolve some special problem and be able to adapt and generalize them to particular situations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The student must be willing to study the state of the art related to the topics covered in class.</li> <li>• Student's ability to apply the acquired knowledge in the search for solutions to specific problems.</li> </ul>

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

Quantum computation is a very broad and interdisciplinary area. Particularly, in computer science, it is vital for those students who wish to formally learn about the new developments in quantum technologies, mainly quantum computing, but not limited to those. The course's content also provides a solid background for the study of more fundamental aspects of quantum systems.

#### II. Proximidad formativa

Áreas multi, inter y transdisciplinarias	Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento	Sectores sociales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum physics</li> <li>• Information theory</li> <li>• Cryptography</li> <li>• Quantum communication</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum computing</li> <li>• Quantum cryptography</li> <li>• Quantum networks</li> <li>• Quantum physics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Characterization of quantum channels for research or educational purposes.</li> </ul>
<p>Estrategia de asociación: Practices in some quantum-technologies-related laboratories and /or companies in which the student can perform basic quantum algorithms. The implemented quantum algorithms can be used later by the staff to perform certain experiments or by some other undergraduate students to learn about related subjects.</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. Initial Reflection: Comparing The different ways of generating computation	(2 horas)
2. Introduction	(5 horas)
2.1. Fundamental principles of quantum mechanics	
2.2. Quantum bits	
2.3. Quantum states and superposition	
2.4. Quantum effects	
3. Matrices and operators	(6 horas)
3.1. Observables	
3.2. Eigenvalues and eigenvectors	
3.3. Operators	
3.4. Postulations in quantum mechanics	
4. Quantum measurement theory	(6 horas)
4.1. Projective measurements	
4.2. Measurements on composite systems	
4.3. Generalized measurements	
4.4. Other measurements	
5. Entanglement	(9 horas)
5.1. Bell's theorem	
5.2. Entangled state	
5.3. Entanglement fidelity	
5.4. Schmidt decomposition	
5.5. Entanglement measures and entanglement monotony	
6. Quantum gates and quantum circuits	(10 horas)
6.1. Classic logic gates and singular qubit gates	
6.2. Quantum circuit diagrams	
6.3. IBM's qiskit and another platform	
7. Quantum algorithms	(12 horas)



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

7.1. Quantum interference	
7.2. Quantum parallelism and function evaluation	
7.3. Deutsch Jozsa algorithm	
7.4. Quantum Fourier transform	
7.5. Shor's algorithm	
7.6. Quantum searching and Grover's algorithm	
7.7. The other quantum algorithms in the state of art	
8. Quantum cryptography	(12 horas)
8.1. Brief overview of RSA encryption	
8.2. No-Cloning theorem	
8.3. Quantum key distribution	
8.4. The BB84, B92 protocols	
8.5. The E91(EKERT) protocol and others	
9. Quantum noise and error correction	(10 horas)
9.1. Single-qubit errors	
9.2. Quantum operations and Krauss operators	
9.3. Quantum channels	
9.4. Amplitude damping and phase damping	
9.5. Quantum error correction	
Total: 72 horas	

#### 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):				



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

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

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

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

#### 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...	

#### VII. Referencias

##### Conferencias magistrales

1. Quantum computing fundamentals (MIT) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aeDbYuJyXr8">https://www.youtube.com/watch?v=aeDbYuJyXr8</a>
2. Quantum Computing Expert Explains One Concept in 5 Levels of Difficulty <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OWJcFOvochA">https://www.youtube.com/watch?v=OWJcFOvochA</a>

##### Notas complementarias

1. Feynman, R. P. (1986). Quantum mechanical computers. <i>Foundations of physics</i> , 16(6), 507-531.
2. Howard, M., Wallman, J., Veitch, V., & Emerson, J. (2014). Contextuality supplies the ‘magic’ for quantum computation. <i>Nature</i> , 510(7505), 351.

##### Documentales / electrónicas

1. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1965). <i>Lectures on Physics</i> , vol. III. ISBN-13: 978-0201021189
2. Yanofsky, N. S., Mannucci, M. A., & Mannucci, M. A. (2008). <i>Quantum computing for computer scientists (Vol. 20)</i> . Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-879965
3. Rieffel, E. G., & Polak, W. H. (2011). <i>Quantum computing: A gentle introduction</i> . MIT Press. ISBN 978-0-262-01506-6



### Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

4. McMahon, D. (2007). Quantum Computing Explained (1st ed.). Wiley.
5. Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). Quantum computation and quantum information. Cambridge university press. ISBN: 9780521635035.
6. Hayashi, M. (2017). Quantum Information Theory - Mathematical Foundation (2nd ed.). Springer.

#### VIII. Créditos y responsabilas

Responsabilidad	Nombre completo	Clave de nombramiento /No. de empleado
Coordinador (Autor)	Dra. Guohua Sun	15530-EC-22/210668
Participante (Coautor)	Dr. ShiHai Dong	16604-EE-22-6 COL/2600622
Asesor didáctico / Diseñador Instruccional		
Tecnólogo educativo / Comunicólogo		
Corrector de estilo		
Programador multimedia / Diseñador gráfico		
Otro...		

#### VERIFICACIÓN GENERAL DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Por la División de Operación y Promoción al Posgrado de la SIP

Nombre \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

#### REVISIÓN DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA (VIABILIDAD)

Por la Subdirección de Diseño y Desarrollo de la DEV

Nombre \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_



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

VERIFICACIÓN PARA SU PUESTA EN OPERACIÓN	REVISIÓN TÉCNICO-PEDAGÓGICA PARA LA MODALIDAD
Por la Dirección de Posgrado	Por la Dirección para la Educación Virtual
Nombre _____	Nombre _____
FIRMA _____	FIRMA _____
SELLO DE VALIDACIÓN	