



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## 1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA

**Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura**

**Clave de la UA**

INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA

I6107

**Modalidad de la UA**

**Tipo de UA**

**Área de formación**

**Valor en créditos**

Escolarizada

Curso

Optativa Abierta

7

**UA de pre-requisito**

**UA simultaneo**

**UA posteriores**

MECANICA CUÁNTICA

**Horas totales de teoría**

**Horas totales de práctica**

**Horas totales del curso**

34

34

68

**Licenciatura(s) en que se imparte**

**Módulo al que pertenece**

Licenciatura en Física

2

**Departamento**

**Academia a la que pertenece**

D-1370

Mecánica Cuántica

**Elaboró**

**Fecha de elaboración o revisión**

Dr. Gustavo López Velázquez

22-06-2017

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Presentación

La presente Unidad de Aprendizaje (UA) favorece el desarrollo en el alumno competencias de la Licenciatura en Física (LIFI), a partir de la comprensión de los procedimientos de la computación cuántica, las reglas que le rigen, el concepto de qubit, utilizando compuertas lógicas cuánticas de 1-qubit (single spin rotation), 2-qubits (Controlled-Not, CNOT), o 3-qubits (Controlled-Controlled-Not, CCNOT), esto con la finalidad de que el alumno sea capaz de distinguir entre computación clásica digital no reversible y la computación cuántica reversible. El curso se desarrolla utilizando métodos del aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y portafolio de evidencias. Se busca el desarrollo del pensamiento científico, crítico e inductivo necesarios para establecer bases científicas sólidas en computación cuántica.

## Relación con el perfil

### Modular

Esta unidad de aprendizaje pertenece al módulo de las disciplinas y metodologías fundamentales de la computación cuántica, cuyo propósito es desarrollar en el alumno la comprensión de lo que es una computadora cuántica, el conocimiento de compuertas cuánticas universales así como la habilidad de describir un algoritmo lógico en términos de las compuertas cuánticas. Además, el estudiante entenderá el proceso de cómputo cuántico como un proceso físico cuántico. Esta UA ayuda a la consecución de dicho propósito al trabajar en el alumno una manera de pensar lógico matemática además de una forma de pensar de una computadora cuántica como algo cuántico-fenomenológico.

### De egreso

Esta UA abona al desarrollo del perfil de egreso del estudiante desarrollando en él competencias en el área de computación cuántica, más específicamente, el alumno podrá describir compuertas y algoritmos cuánticos que tienen solución en un tiempo polinomial, pero que en el caso de cómputo clásico digital su solución tiene es de la forma exponencial. Los fenómenos de entrelazamiento y teleportación de qubits será un conocimiento importante dentro la computación cuántica.

## Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

### Transversales

- Utiliza el lenguaje adecuado y los símbolos para su representación científica.
- Crea una dinámica de colaboración más estrecha entre estudiante y profesor, con el propósito de generar un idóneo desempeño profesional.
- Resuelve problemas con metodología.
- Desarrolla el pensamiento crítico mediante abstracción y análisis de su entorno. Donde se profundiza la colaboración en forma comunicativa y constructiva.
- Piensa de forma matemática y computacional.
- Gestiona su aprendizaje y aplica el conocimiento.

### Genéricas

- Usa sistemas cuánticos para formar una computadora cuántica, representar compuertas o algoritmos cuánticos.
- La ecuación de Schrödinger se usa para describir (dado el sistema cuántico asociado) compuertas y algoritmos cuánticos.
- Utiliza software informático que realice cálculo algebraico pertinente para auxiliarse en el modelado cuántico de sistemas.

### Profesionales

- Identifica, analiza y plantea hipótesis y conclusiones de compuertas y algoritmos cuánticos.
- Simula compuertas cuánticas usando software clásico (fortran, Mathematica, MatLab,...) y obtiene a partir de estas simulaciones de algoritmos cuánticos.
- Establece relaciones entre los principios computacionales que intervienen en una análisis de un algoritmo cuántico, y la relación con el mismo sistema cuántico fenomenológico.

## Saberes involucrados en la UA o Asignatura

### Saber (conocimientos)

### Saber hacer (habilidades)

### Saber ser (actitudes y valores)



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA

Determina las propiedades y características de las compuertas lógicas reversibles cuánticas.

Muestra confianza en sí mismo al comunicar la información recabada y la presentación ante sus pares.

## COMPUERTA CUÁNTICAS DE 2 Y 3 QUBITS

Justifica procedimientos y razonamientos al describir una compuerta cuántica.

Coopera con una mentalidad emprendedora y gusto por las actividades de investigación y computación.

## DINÁMICA CUÁNTICA, FORMACIÓN DE COMPUERTAS CUÁNTICAS, Y EJEMPLOS DE COMPUTADORAS CUÁNTICAS.

Utiliza software científico que realice cálculo numérico para auxiliarse en el desarrollo de un problema.

Escucha y negocia la información en el trabajo colaborativo.

## ALGORITMOS CUÁNTICOS Y DECOHERENCIA

Valora los riesgos numéricos con base en evidencias y conclusiones científicas.

### Producto Integrador Final de la UA o Asignatura

**Título del Producto:** Portafolio de evidencias.

**Objetivo:** Construir un portafolio de evidencias que haga constar que el estudiante realizó las actividades correspondientes al curso, este portafolio incluirá un escrito construido por el alumno de una investigación bibliográfica por cada unidad temática del curso, con el fin de que el estudiante de cuenta sistemáticamente de todos los procesos, fenómenos, y métodos de la computación cuántica.

**Descripción:** El portafolio de evidencias consta de notas escritas por el alumno, en donde se registrarán lo realizado en el aula de clases, las tareas y ejercicios propuestos por el profesor, así como una investigación bibliográfica de cada uno de los elementos de las unidades temáticas del curso.

### 3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

*[Handwritten signature]*

*G. Lopez*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



**4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS**

**Unidad temática 1:**

**Objetivo de la unidad temática:** Describir un sistema cuántico de dos estados como el elemento básico para entender el concepto de "qubit". Un elemento básico fundamental para la construcción de una computadora cuántica es "la rotación arbitraria de un qubit", dentro de estas rotaciones están las compuertas NOT y Hadamard.

**Introducción:** El ámbito de la computación cuántica son "la rotación arbitraria de un qubit" un elemento básico para la construcción de una computadora cuántica y construir cualquier operación lógica reversible. Reconocer las compuertas actuando en un qubit como operadores en un espacio de Hilbert de dos estados posibles.

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<b>FUNAMENTOS FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA</b>  2.0 Sistema cuántico de espín 1/2. 2.1 Representación en la esfera de Bloch 2.2 Concepto de "bit" y "qubit". 2.3 Matrices de Pauli como compuertas de un qubit. 2.3 Compuerta Hadamar o superposición de un qubit. 2.4 Realización de estas compuertas en un espín nuclear un medio.		Identifica los elementos básicos de la computación cuántica, las compuertas reversibles de un qubit.  Conceptualiza los postulados de la computación cuántica para describir algoritmos cuánticos.  Aplica los conceptos en la solución de problemas utilizando los modelos matemáticos acordes al tipo de problema.  Describe y analiza los fenómenos de la vida cotidiana desde una perspectiva basada en principios básicos de la computación cuántica.		Portafolio con evidencias personalizado que contiene:  Solución de problemas numéricos y estudio de casos seleccionados por el docente.  Investigación bibliográfica escrita de los temas incluidos en la unidad temática.  Resultados de cuestionarios aplicados por el docente.	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
Evaluación diagnóstica.	Responde la evaluación diagnóstica.	Reporte de la evaluación diagnóstica.	Materiales simples de papelería.		2
<b>INICIO</b>  Escribir el tema de la sesión con sus objetivos en el pizarrón.	<b>INICIO</b>	Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias.  Reporte en el portafolio de	Materiales simples de papelería.  Pizarrón.  Computadora portátil.		2

*[Handwritten signatures and notes in blue ink on the left margin]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Establecer un ambiente adecuado en el aula para favorecer una interacción entre iguales		evidencias de las compuertas reversibles involucradas en el tema.		
Generar una lluvia de ideas y/o preguntas generadoras o guía del tema.	Expresa verbalmente conceptos propios del tema.	Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias	Lápiz y papel.	1
Solicita la investigación sobre los temas de estudio (conceptos, definiciones y modelos matemáticos) consultando diferentes fuentes (bibliografía, internet, etc.).	Anota las características de la investigación solicitada para realizarla fuera de la sesión de clase.	Reporte documental del los temas de estudio en el portafolio de evidencias.	Computadora e internet, y libros.	1
<b>DESARROLLO</b>	<b>DESARROLLO</b>			
Utilizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y ejercicios planteados en clase, y con ayuda de recursos de Tecnologías de la Información y computación (TICs). A su vez el alumno aprenderá a:  Organizar la información adquirida en el inicio de cada sesión, y partir de ésta, construir a una conclusión del tema a tratar.  Desarrollar el tema con el uso de las TICs y/o con el pizarrón en el aula de clases.  Esquematizar y generalizar los conceptos aprendidos de compuertas cuánticas, y así mismo los enlazará a algoritmo cuántico.	Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.  Interpreta los conocimientos en base a la retroalimentación continua entre el docente y el alumno.  Considera como importantes las opiniones de los demás en las actividades individuales y colectivas.	El portafolio de evidencias consta de:  Información Organizada rescata por el alumno a lo largo de la unidad temática.  Solución de problemas propuestos por el profesor en el aula de clases.  Mapas conceptuales.  Reporte preliminar de conclusiones de la unidad temática.	Computadora, Internet, Lápiz y papel.	14

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Aplicar el conocimiento mediante ejemplos de la vida real.	Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.			
Aplicar constantemente cuestionarios parciales.	Responder los cuestionarios cuando el profesor los implemente.			
Supervisar y/o organizar la formación y desarrollo de los equipos de trabajo.	Formar equipos entre sus compañeros para desarrollar las actividades propuestas por el profesor			
<b>CIERRE</b> Solicitar a los alumnos realizar una mesa redonda para discutir los elementos vistos en la unidad temática Solicita una indagación bibliográfica sobre los elementos de la unidad temática próxima.	<b>CIERRE</b> Elaborar uno documento con las conclusiones de la unidad temática. Investiga los elementos de la próxima unidad temática.	En el portafolio de evidencias el estudiante registrará las conclusiones de la unidad temática	Computadora, Internet, Lápiz y papel.	2

**Unidad temática 2:**

**Objetivo de la unidad temática:** Reconocer y manejar compuertas de más de un qubit. Manejar compuertas cuánticas como operadores en un espacio de Hilbert. Aprender diferentes sistemas cuánticos utilizados para crear una computadora cuántica.

**Introducción:** Una base de compuertas es "universal" cuando cualquier otra operación lógica se puede construir a partir de esta base. La "rotación arbitraria de un qubit" y la compuerta de dos qubits CNOT forman un conjunto universal, o "la rotación arbitraria de un qubit" y la compuerta de tres qubits CCNOT forman un conjunto universal. De esta manera, basta saber que un sistema cuántico se puede realizar las compuertas CNOT y/o CCNOT para saber que dicho sistema cuántico puede usarse como una computadora cuántica. De esta manera, se valora el método científico como una forma estructurada que plantea problemas e hipótesis en la búsqueda de conocimiento básico y tecnológico para poder generar conclusiones sobre lo que observamos o medimos y formular nuevos planteamientos básicos o tecnológicos..

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<b>COMPUERTA CUÁNTICAS DE 2 Y 3 QUBITS</b>  2.1 Compuertas clásicas y compuertas cuánticas. 2.2 Paralelismo cuántico y computadora cuántica. 2.3 Compuerta de 2-qubits, CNOT. 2.4 Compuerta de 3-qubits, CCNOT. 2.5 Registros de n-qubits y otras compuertas. 2.6 Tipos de computadoras cuánticas y número de operaciones antes de la relajación del sistema cuántico.	Identifica, relaciona y aplica las bases universales de la computación cuántica.  Distingue, describe y aplica las compuertas CNOT y CCNOT en circuitos lógicos cuánticos.  Analiza y explica los elementos computacionales cuánticos. Soluciona problemas de circuitos lógicos reversibles.	Portafolio con evidencias personalizadas que contiene:  Investigación bibliográfica escrita de los temas incluidos en la unidad temática.  Solución de problemas y estudio de casos seleccionados por el docente.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>2.7 Compuertas cuánticas como operadores actuando en el espacio de Hilbert.            1.7 NMR, iones atrapados, trampas fotónica, puntos cuánticos, NV-diamante, C12-C13 diamante, cadena de espines nucleares, como ejemplos de computadoras cuánticas</p>		<p>Utiliza el lenguaje científico pertinente.             Organiza su información para producir conclusiones de la UT.</p>		
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<p><b>INICIO</b></p> <p>Escribir el tema de la sesión con sus objetivos en el pizarrón.</p> <p>Establecer un ambiente adecuado en el aula para favorecer una interacción entre desiguales</p>	<p><b>INICIO</b></p> <p>Anotar los temas a estudiar en la unidad temática.</p>	<p>Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias.            Reporte en el portafolio de evidencias de las compuertas y algoritmos cuánticos.</p>	<p>Materiales simples de papelería.            Pizarrón.            Computadora portátil.</p>	2
<p>Generar una lluvia de ideas y/o preguntas generadoras o guía del tema.</p>	<p>Expresa verbalmente conceptos propios del tema.</p>	<p>Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias</p>	<p>Lápiz y papel.</p>	1
<p><b>DESARROLLO</b></p>	<p><b>DESARROLLO</b></p>			
<p>Utilizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se plantean al estudiante distintos ejercicios para su resolución, y con ayuda de recursos de Tecnologías de la Información y computación (TICs) se espera que éste se auxilie con éstos para la resolución de los ejercicios. A su vez el alumno aprenderá a:</p> <p>Organizar la información adquirida en</p>	<p>Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.</p> <p>Interpreta los conocimientos en base a la retroalimentación continua entre el docente y el alumno.</p> <p>Considera como importantes las opiniones de los demás en las actividades</p>	<p>El portafolio de evidencias consta de:</p> <p>Información Organizada rescata por el alumno a lo largo de la unidad temática.</p> <p>Solución de problemas</p>	<p>Computadora, Internet, Lápiz y papel.</p>	15

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

*Handwritten signatures and initials in blue ink on the left margin.*

<p>el inicio de cada sesión, y partir de ésta, construir a una conclusión del tema a tratar.</p> <p>Desarrollar el tema con el uso de las TICs y/o con el pizarrón en el aula de clases.</p> <p>Esquematizar y generalizar los temas de computación cuántica, así mismo los enlazará a modelos numéricos.</p>	<p>individuales y colectivas.</p>	<p>propuestos por el profesor en el aula de clases.</p> <p>Mapas conceptuales.</p> <p>Reporte preliminar de conclusiones de la unidad temática.</p>		
<p>Aplicar el conocimiento mediante ejemplos de la vida real.</p>	<p>Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.</p>			
<p>Aplicar constantemente cuestionarios parciales.</p>	<p>Responder los cuestionarios cuando el profesor los implemente.</p>			
<p>Supervisar y/o organizar la formación y desarrollo de los equipos de trabajo.</p>	<p>Formar equipos entre sus compañeros para desarrollar las actividades propuestas por el profesor</p>			
<p><b>CIERRE</b></p> <p>Solicitar a los alumnos realizar una mesa redonda para discutir los elementos vistos en la unidad temática</p> <p>Solicita una indagación bibliográfica sobre los elementos de la unidad temática próxima.</p>	<p><b>CIERRE</b></p> <p>Elaborar uno documento con las conclusiones de la unidad temática.</p> <p>Investiga los elementos de la próxima unidad temática.</p>	<p>En el portafolio de evidencias el estudiante registrará las conclusiones de la unidad temática</p>	<p>Computadora, Internet, Lápiz y papel.</p>	<p>2</p>

### Unidad temática 3:

**Objetivo de la unidad temática:** Explicar y reconocer sistemas cuánticos que puedan construir compuertas universales y funcionar como computadoras cuánticas.

**Introducción:** En la descripción atómica de la naturaleza se encuentran presentes potenciales dependientes exclusivamente de la distancia entre las partículas que interactúan, en este tipo de sistemas, la presente UT relaciona los conceptos de momento angular de la UT anterior con la descripción completa de la función de onda de un estado cuántico.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
DINÁMICA CUÁNTICA , FORMACIÓN DE COMPUERTAS CUÁNTICAS, Y EJEMPLOS DE COMPUTADORAS CUÁNTICAS.  3.1 Evolución temporal de un sistema cuántico como solución de la ecuación de Schrodinger. 3.2 Definición de una compuerta a través de la evolución de un sistema mediante pulsos semi-múltiplos de pi. 3.3 Cadena de espines nucleares como ejemplo de computadora cuántica. 3.4 Uso de las compuertas de Hadamard CNOT o CCNOT para construir estados entrelazados.		Identifica, relaciona y aplica los conceptos de la UT.  Distingue, describe y aplica los modelos matemáticos correspondientes a los conceptos contenidos en la UT.  Analiza y explica las compuertas cuánticas mediante la dinámica cuántica del sistema.  Soluciona problemas tipo asociados a la UT.  Utiliza el lenguaje científico pertinente.  Organiza su información para producir conclusiones de la UT.		Portafolio con evidencias personalizadas que contiene:  Investigación bibliográfica escrita de los temas incluidos en la unidad temática.  Solución de problemas y estudio de casos seleccionados por el docente.	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
<b>INICIO</b>  Escribir el tema de la sesión con sus objetivos en el pizarrón.  Establecer un ambiente adecuado en el aula para favorecer una interacción entre iguales	<b>INICIO</b>  Anotar los temas a estudiar en la unidad temática.	Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias. Reporte en el portafolio de evidencias de los modelos matemáticos involucrados en el tema.	Materiales simples de papelería.  Pizarrón.  Computadora portátil.		2
Generar una lluvia de ideas y/o preguntas generadoras o guía del tema.	Expresa verbalmente conceptos propios del tema.	Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias	Lápiz y papel.		1
Utilizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se plantean al estudiante distintos ejercicios para su resolución, y con ayuda de recursos de Tecnologías de la Información y	Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.	El portafolio de evidencias consta de:  Información Organizada rescata	Computadora, Internet, Lápiz y papel.		15

Handwritten signatures and initials in blue ink on the left margin.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

*[Handwritten signatures in blue ink on the left margin]*

<p>computación (TICs) se espera que éste se auxilie con éstos para la resolución de los ejercicios. A su vez el alumno aprenderá a:</p> <p>Organizar la información adquirida en el inicio de cada sesión, y partir de ésta, construir a una conclusión del tema a tratar.</p> <p>Desarrollar el tema con el uso de las TICs y/o con el pizarrón en el aula de clases.</p> <p>Esquematizar y generalizar los procesos de la física cuántica, así mismo los enlazará a modelos matemáticos.</p>	<p>Interpreta los conocimientos en base a la retroalimentación continua entre el docente y el alumno.</p> <p>Considera como importantes las opiniones de los demás en las actividades individuales y colectivas.</p>	<p>por el alumno a lo largo de la unidad temática.</p> <p>Solución de problemas propuestos por el profesor en el aula de clases.</p> <p>Mapas conceptuales.</p> <p>Reporte preliminar de conclusiones de la unidad temática.</p>		
<p>Aplicar el conocimiento mediante ejemplos de la vida real.</p>	<p>Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.</p>			
<p>Aplicar constantemente cuestionarios parciales.</p>	<p>Responder los cuestionarios cuando el profesor los implemente.</p>			
<p>Supervisar y/o organizar la formación y desarrollo de los equipos de trabajo.</p>	<p>Formar equipos entre sus compañeros para desarrollar las actividades propuestas por el profesor</p>			
<p><b>CIERRE</b></p> <p>Solicitar a los alumnos realizar una mesa redonda para discutir los elementos vistos en la unidad temática</p> <p>Solicita una indagación bibliográfica sobre los elementos de la unidad temática próxima.</p>	<p><b>CIERRE</b></p> <p>Elaborar uno documento con las conclusiones de la unidad temática.</p> <p>Investiga los elementos de la próxima unidad temática.</p>	<p>En el portafolio de evidencias el estudiante registrará las conclusiones de la unidad temática</p>	<p>Computadora, Internet, Lápiz y papel.</p>	<p>2</p>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Unidad temática 4:

**Objetivo de la unidad temática:** Describir los diversos algoritmos cuánticos que dieron motivación a la investigación en cómputo cuántico y su relación con los sistemas de encriptación.

**Introducción:** El sistema de encriptación Mundial se basa en sistemas de una y dos llaves. El algoritmo de Grover destruye el sistema de una llave, mientras que el algoritmo de Shor destruye el sistema de dos llaves, usando en ambos casos una computadora cuántica con registros de 1000 qubits. Este es el origen intentar construir una computadora cuántica. Fenómenos como entrelazamiento de estados y teleportación de un estado deben ser entendidos. Adicionalmente, el concepto de decoherencia es de importancia en todo sistema cuántico, en particular en computación cuántica.

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<b>ALGORITMOS CUÁNTICOS Y DECOHERENCIA</b> 4.1 Factorización de Shor, búsqueda de Grover, Teleportación, Simon, Deutsch-Jozsa, corrección de errores. 4.2 Simulación numérica de algoritmos cuánticos. 4.3 Fidelidad, como una medida del comportamiento de una computadora cuántica. 4.4 Matriz de densidad, pureza y decoherencia de un sistema cuántico. 4.5 Entrelazamiento y teleportación. 4.6 Sistemas encriptivos y su destrucción por una computadora cuántica. 4.7 Sistema encriptivo cuántico y su eficacia.		Identifica, relaciona y aplica los conceptos de la UT.  Distingue, describe y aplica los conceptos contenidos en la UT.  Analiza y explica los, sus efectos en la vida cotidiana y campo profesional.  Soluciona problemas tipo asociados a la UT.  Utiliza el lenguaje científico pertinente.  Organiza su información para producir conclusiones de la UT.		Portafolio con evidencias personalizadas que contiene:  Investigación bibliográfica escrita de los temas incluidos en la unidad temática.  Solución de problemas y estudio de casos seleccionados por el docente.	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado	
<b>INICIO</b>  Escribir el tema de la sesión con sus objetivos en el pizarrón.  Establecer un ambiente adecuado en el aula para favorecer una interacción entre iguales	<b>INICIO</b>  Anotar los temas a estudiar en la unidad temática.	Reporte documental del tema de estudio en el portafolio de evidencias. Reporte en el portafolio de evidencias de los modelos matemáticos involucrados en el tema.	Materiales simples de papelería.  Pizarrón.  Computadora portátil.	2	
Generar una lluvia de ideas y/o preguntas generadoras o guía del	Expresa verbalmente conceptos propios del tema.	Reporte documental del tema de estudio	Lápiz y papel.	1	

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

*[Handwritten signatures and initials in blue ink on the left margin]*

tema.		en el portafolio de evidencias		
<b>DESARROLLO</b>	<b>DESARROLLO</b>			
<p>Utilizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se plantean al estudiante distintos ejercicios para su resolución, y con ayuda de recursos de Tecnologías de la Información y computación (TICs) se espera que éste se auxilie con éstos para la resolución de los ejercicios. A su vez el alumno aprenderá a:</p> <p>Organizar la información adquirida en el inicio de cada sesión, y partir de ésta, construir a una conclusión del tema a tratar.</p> <p>Desarrollar el tema con el uso de las TICs y/o con el pizarrón en el aula de clases.</p> <p>Esquematizar y generalizar los procesos de la física cuántica, así mismo los enlazará a modelos matemáticos.</p>	<p>Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.</p> <p>Interpreta los conocimientos en base a la retroalimentación continua entre el docente y el alumno.</p> <p>Considera como importantes las opiniones de los demás en las actividades individuales y colectivas.</p>	<p>El portafolio de evidencias consta de:</p> <p>Información Organizada rescata por el alumno a lo largo de la unidad temática.</p> <p>Solución de problemas propuestos por el profesor en el aula de clases.</p> <p>Mapas conceptuales.</p> <p>Reporte preliminar de conclusiones de la unidad temática.</p>	<p>Computadora, Internet, Lápiz y papel.</p>	<p>15</p>
<p>Aplicar el conocimiento mediante ejemplos de la vida real.</p>	<p>Resuelve los problemas propuestos durante cada sesión y aquellos dejados como actividad extra-clase los considerará como tarea.</p>			
<p>Aplicar constantemente cuestionarios parciales.</p>	<p>Responder los cuestionarios cuando el profesor los implemente.</p>			
<p>Supervisar y/o organizar la formación y desarrollo de los equipos de trabajo.</p>	<p>Formar equipos entre sus compañeros para desarrollar las actividades propuestas por el profesor</p>			



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p><b>CIERRE</b></p> <p>Solicitar a los alumnos realizar una mesa redonda para discutir los elementos vistos en la unidad temática</p> <p>Solicita una indagación bibliográfica sobre los elementos de la unidad temática próxima.</p>	<p><b>CIERRE</b></p> <p>Elaborar uno documento con las conclusiones de la unidad temática.</p> <p>Investiga los elementos de la próxima unidad temática.</p>	<p>En el portafolio de evidencias el estudiante registrará las conclusiones de la unidad temática</p>	<p>Computador a, Internet, Lápiz y papel.</p>	<p>2</p>
--	--	---	---	----------

## 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

### Requerimientos de acreditación:

Se aplicará lo establecido en el **REGLAMENTO GENERAL DE EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA** en especial los artículos siguientes:

Artículo 5. El resultado final de las evaluaciones será expresado conforme a la escala de calificaciones centesimal de 0 a 100, en números enteros, considerando como mínima aprobatoria la calificación de 60.

Artículo 20. Para que el estudiante tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario, establecido en el calendario escolar aprobado por el H. Consejo General Universitario, se requiere:

- I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente, y
- II. Tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso.

Artículo 25. La evaluación en periodo extraordinario se calificará atendiendo a los siguientes criterios:

- I. La calificación obtenida en periodo extraordinario, tendrá una ponderación del 80% para la calificación final;
- II. La calificación obtenida por el estudiante durante el periodo ordinario, tendrá una ponderación del 40% para la calificación en periodo extraordinario, y
- III. La calificación final para la evaluación en periodo extraordinario será la que resulte de la suma de los puntos obtenidos en las fracciones anteriores

Artículo 27. Para que el estudiante tenga derecho al registro de la calificación en el periodo extraordinario, se requiere:

- I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente.
- II. Haber pagado el arancel y presentar el comprobante correspondiente.
- III. Tener un mínimo de asistencia del 65% a clases y actividades registradas durante el curso.

### Criterios generales de evaluación:

El estudiante estará sujeto a la evaluación del desempeño académico, cuyo fin es comprobar sus conocimientos y habilidades adquiridas durante el ciclo escolar. Se deberán realizar las siguientes evaluaciones:

Diagnóstica: al inicio de la asignatura.

Formativa: durante el proceso educativo, conformado preferentemente por tres evaluaciones parciales, cuyas calificaciones deberán ser registradas por el docente, en los periodos establecidos en el Calendario Escolar.

Sumativa: al término de cada proceso educativo. La escala de calificación que se utilizará será del 0 al 100, y el mínimo aprobatorio es de 60 (sesenta), expresados en



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

números enteros.

Los criterios a utilizar en la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje en la UA pretenden verificar y cuantificar el grado de consecución de los objetivos educativos generales específicos y el grado de adquisición de las competencias específicas y transversales. Para ello se utilizan indicadores cualitativos y cuantitativos, y se aplicarán métodos de evaluación que aseguren a cada prueba, al menos, las siguientes características: objetividad, validez, fiabilidad y pertinencia de contenidos.

Para la evaluación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

Portafolio de evidencias. Conteniendo: investigaciones bibliográficas, solución de problemas, resultado de cuestionarios departamentales y los aplicados por el docente, ensayo y será evaluado según la rúbrica propuesta por la academia.

Cuestionarios definidos por el docente. Se aplican para verificar en determinados periodos del desarrollo de la UA el avance de los aprendizajes obtenidos por los estudiantes, de acuerdo a los objetivos señalados en el programa de estudio.

Actitudes y valores. Tomado en cuenta puntualidad, respeto entre pares, participación, limpieza y orden, etc.  
Valoración por parte del Docente en la retroalimentación continua del curso, considerando si el estudiante atiende a las recomendaciones del docente.

## Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Investigación bibliográfica escrita de los contenidos temáticos de la UA solicitados a criterio del docente.	Identifica los conceptos de cada una de las UT.	FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA COMPUERTA CUÁNTICAS DE 2 Y 3 QUBITS	%
	Relaciona y aplica los conceptos de cada una de las UT para la simulación de compuertas y algoritmos cuánticos.	DINÁMICA CUÁNTICA, FORMACIÓN DE COMPUERTAS CUÁNTICAS, Y EJEMPLOS DE COMPUTADORAS CUÁNTICAS. ALGORITMOS CUÁNTICOS Y DECOHERENCIA	
Solución de problemas por parte del estudiante y/o estudio de casos seleccionados a criterio del docente.	Aplica en la simulación de compuertas y algoritmos cuánticos, presentes en la vida cotidiana y profesional.	FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA COMPUERTA CUÁNTICAS DE 2 Y 3 QUBITS	50.00%
	Determinar si un sistema cuántico es adecuado para hacer computación cuántica. Aplica los métodos de la mecánica cuántica para diseñar y construir una computadora cuántica.	DINÁMICA CUÁNTICA, FORMACIÓN DE COMPUERTAS CUÁNTICAS, Y EJEMPLOS DE COMPUTADORAS CUÁNTICAS. ALGORITMOS CUÁNTICOS Y DECOHERENCIA	

*[Handwritten signatures and notes in blue ink on the left margin]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Certifica que se han alcanzado los objetivos propuestos por la UA.

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA

Valora el final de los aprendizajes esperados por la UA.

COMPUERTA CUÁNTICAS DE 2 Y 3 QUBITS

Resolución por parte de los estudiantes de cuestionarios elaborados y aplicados por el docente.

Recapitula e integra los contenidos de los aprendizajes trabajados en la UA.

DINÁMICA CUÁNTICA, FORMACIÓN DE COMPUERTAS CUÁNTICAS, Y EJEMPLOS DE COMPUTADORAS CUÁNTICAS.

40.00%

Juzga y verifica el nivel alcanzado por cada estudiante, aportando un porcentaje a la evaluación sumativa conforme a la norma de promoción.

ALGORITMOS CUÁNTICOS Y DECOHERENCIA

## Producto final

Descripción	Evaluación
-------------	------------

Título: Portafolio de evidencias	Criterios de fondo:	Ponderación
----------------------------------	---------------------	-------------

**Objetivo:** Construir un portafolio de evidencias que haga constar que el estudiante realizó las actividades correspondientes al curso, este portafolios incluirá un escrito construido por el alumno de una investigación bibliográfica por cada unidad temática del curso, con el fin de que el estudiante de cuenta sistemáticamente de todos los procesos, métodos y características de la computación cuántica.

Investigación bibliográfica, solución de problemas, resultado de cuestionarios departamentales y los aplicados por el docente, ensayo  
**Criterios de forma:**  
 Según lista de cotejo propuesta por el docente y/o la academia.

%

**Caracterización:** El portafolio de evidencias consta de notas escritas por el alumno, en donde se registrarán los ejercicios realizados en el aula de clases, las tareas y ejercicios propuestos por el profesor, así como una investigación bibliográfica de cada uno de los elementos de las unidades temáticas del curso.

## Otros criterios

Criterio	Descripción	Ponderación
----------	-------------	-------------

[Se pueden añadir criterios no relacionados con la elaboración de evidencias o productos]	Participación en clases o exposición de temas	10%
---	---	-----

%

TOTAL		100%
-------	--	------

## 6. REFERENCIAS Y APOYOS





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Referencias bibliográficas

### Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
R. Feynman	2000	Feynman lectures on computation	Westview Press	
S. Singh	1999	The Code Book	Random House Inc.	
M.A. Nielsen and I.L. Chuang	2000	Quantum computing and Quantum Information	Cambridge university Press	

### Referencias complementarias

S.M. Barnett	2009	Quantum Information	Oxford University Press	
J. Audretsch	2007	Entangled Systems.	Wiley-VCH Verlag	
A.O. Pitterger	1999	An Introduction to Quantum Computing Algorithms	Birkhauser Berlin-Boston	

### Apoyos (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

**Unidad temática 1:** <https://www.youtube.com/watch?v=UUpqnBzBMEE>

**Unidad temática 2:** <https://www.youtube.com/watch?v=rt15wRyHpTg>

**Unidad temática 3:** <https://www.youtube.com/watch?v=vaEvPFjarDI>

**Unidad temática 4:** <https://www.youtube.com/watch?v=xzG6c96PsLs>

*[Handwritten signatures and initials in blue ink on the left margin]*