



**Facultad de  
Ciencias**  
UNAM



## **Diplomado en Tecnologías Cuánticas**

### **Diplomado de titulación para la carrera de Física**

#### **Coordinadores académicos del programa**

En una primera edición el diplomado será impartido en la UNAM, pero en un mediano plazo, éste será impartido en conjunto con diferentes instituciones. La coordinación general se realizará desde la Facultad de Ciencias, pero cada institución participante contará con un coordinador local para servir de enlace con alumnos y profesores que imparten el diplomado. La lista de coordinadores es la siguiente:

- Dr. Ricardo Méndez Fragoso, Facultad de Ciencias, UNAM. (Coordinador de las actividades ante la SEAYC)
- Dr. Santiago Francisco Caballero Benítez, Instituto de Física, UNAM.
- Dra. Georgina Angélica Olivares Rentería, Investigadora independiente.
- Dr. John Alexander Franco Villafañe, UASLP.
- Dr. Dorilián López Mago, ITEMS.
- Dr. Luis Manuel Arévalo Aguilar, BUAP.

#### **Cuerpo docente y entidades participantes**

1. Dr. Eduardo Gómez García. Profesor / investigador. UASLP
2. Dr. Fernando Ramírez Martínez. Profesor / investigador. ICN-UNAM
3. Dr. Víctor Manuel Velázquez Aguilar. Profesor / investigador. FC-UNAM
4. Dr. Pablo Barberis Blostein. Profesor / investigador. IIMAS-UNAM
5. Dr. Santiago Caballero Benítez. Profesor / investigador. IF-UNAM
6. Dra. Karina Garay Palmett. Profesora / investigadora. CICESE
7. Dra. Karina Jiménez García. Profesora / investigadora. CINVESTAV-Qro
8. Dr. Neil Vladimir Corzo Trejo. Profesor / investigador. CINVESTAV-Qro
9. Dr. Daniel Sahagún Sánchez. Profesor / investigador. IF-UNAM
10. Dr. Víctor Manuel Valenzuela Jiménez. Profesor / investigador. UAS
11. Dr. Ricardo Méndez Fragoso. Profesor / investigador. FC-UNAM
12. Dr. Luis Manuel Arévalo Aguilar. Profesor / investigador. BUAP
13. Dr. John Alexander Franco Villafañe. Profesor / investigador. UASLP
14. Dr. Dorilián López Mago. Profesor / investigador. ITESM
15. Dra. Georgina Olivares Rentería. Profesora / investigadora. Independiente

## Temario

TEMA	Subtemas	No. de horas	Ponente(s)	Fechas y modalidad
<b>I. Introducción a la cuántica avanzada</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Repaso de Mecánica Cuántica: Oscilador armónico, Estados coherentes. Momento angular y el concepto de Spin y el experimento de Stern-Gerlach, el operador de paridad.</li> <li>2. Postulados Fundamentales y Función de Wigner.</li> <li>3. Enredamiento cuántico y no localidad cuántica.</li> <li>4. Principio de Incertidumbre, Medición Cuántica proyectiva y generalizada.</li> <li>5. Interacción de átomos con luz clásica y cuántica: Modelo de Jaynes Cumming y oscilaciones de Rabi.</li> <li>6. Cuántica de los elementos ópticos simples,</li> <li>7. Sistemas cuánticos abiertos (Langevin, Master eqs).</li> </ol>	40	Dr. Luis Manuel Arévalo Aguilar (FC UNAM), Dr. Víctor Manuel Velazquez Aguilar (FC UNAM).	7 de agosto 2023 al 29 de septiembre 2023 5h / semana En línea
<b>II. Tecnologías cuánticas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metrología cuántica: Enredamiento, interferometría atómica, imagenología cuántica.</li> <li>2. Plataformas de cómputo cuántico: átomos, iones, fotones.</li> <li>3. Comunicaciones cuánticas: teleportación y criptografía cuántica.</li> </ol>	40	Dr. John Alexander Franco Villafañe (UASLP) Dr. Eduardo Gómez García (UASLP) Dr. Dorilián López Mago (ITESM)	1 de octubre 2023 al 24 de noviembre 2024 5h / semana En línea
<b>III. Información cuántica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mediciones y computación Cuántica</li> <li>2. Bits clásicos y qubits cuánticos</li> <li>3. Algoritmos de Factorización clásicos y cuánticos</li> <li>4. Teoría Clásica de Shanon</li> <li>5. Operaciones en bits cuánticos de un sólo sistema</li> <li>6. Operaciones condicionadas</li> <li>7. Compuertas lógico cuánticas para dos qubit y compuertas universales</li> <li>8. Algoritmo de Deutsch-Josza</li> <li>9. Introducción a la Criptografía cuántica, protocolo BB84</li> <li>10. Protocolos Cuánticos</li> <li>11. Discriminación de estados</li> <li>12. Clonación</li> </ol>	40	Dra. Georgina Olivares Rentería (Independiente) Dr. Luis Manuel Arévalo Aguilar (BUAP) Dr. Pablo Barbieris Blostein (UNAM)	1 de octubre 2023 al 24 de noviembre 2024 5h / semana En línea

<b>IV. Métodos para simulación computacional de sistemas cuánticos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas Lineales y sus propiedades: Sistemas en Física, Operadores, Propiedades de Matrices.</li> <li>2. Sistemas cuánticos y su representación: Modelos de sistemas cuánticos en óptica y materia cuántica, representaciones matriciales, Segunda cuantización, Límite continuo y discreto.</li> <li>3. Métodos numéricamente exactos: Método de Numerov, Diagonalización Exacta, Evolución en tiempo imaginario.</li> <li>4. Métodos aproximados: Métodos variacionales y aproximaciones semi-clásicas, Introducción a Density Matrix Renormalization Group (DMRG), Introducción a Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), Aproximaciones de Campo Promedio.</li> <li>5. Métodos para sistemas cuánticos abiertos: Trayectorias Cuánticas, Ecuaciones diferenciales estocásticas.</li> </ol>	60	Dr. Santiago Caballero Benítez (IF UNAM) Dr. Ricardo Méndez Fragoso (FC UNAM) Dr. Edgar Armando Cerda Martínez (UASLP)	27 de noviembre 2023 al 22 de marzo 2024 5h / semana En línea
<b>V. Integración de sistemas de control aplicado a sistemas cuánticos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control cuántico de sistemas atómicos y sus aplicaciones</li> <li>2. Análisis de trampas en problemas de control cuántico</li> <li>3. Sistemas cuánticos abiertos con niveles finitos</li> <li>4. Comparación entre <u>control</u> de sistemas clásicos vs sistemas cuánticos</li> </ol>	60	Dra. Karina Garay Palmett (CICESE), Dra. Karina Jiménez García (CINVESTAV-Qro), Dr. Fernando Ramírez Martínez (ICN UNAM),	27 de noviembre 2023 al 22 de marzo 2024 5h / semana Presencial en CICESE, CINVESTAV, Qro. y CU-CDMX.
<b>VI. Proyecto o prototipo unificador terminal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño de proyecto supervisado. (El alumno planteará un experimento, simulación, trabajo de investigación o actividad académica en el desarrollar alguno de los tópicos que se ven en el diplomado. Será asesorado por 3 de los organizadores d el diplomado y se realizará un seguimiento de esta actividad desde el inicio del diplomado de forma asíncrona con la finalidad de que el alumno tenga tiempo de desarrollar la primera parte de su proyecto durante 2 meses.)</li> </ol>	20	Dra. Georgina Angélica Olivares Rentería, (Investigadora independiente). Dr. John Alexander Franco Villafaña, (UASLP). Dr. Dorilián López Mago, (ITEMS). Dr. Luis Manuel Arévalo Aguilar, (BUAP).	24 de marzo 2024 al 26 de abril 2024 5h / semana En línea

			Dr. Ricardo Méndez Fragoso, (FC UNAM).	
<b>VII. Introducción a la infraestructura de laboratorios avanzados de manipulación cuántica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infraestructura disponible en México: laboratorios de enseñanza, laboratorios de investigación básica y laboratorios de investigación aplicada.</li> <li>2. Características de un laboratorio de manipulación atómica con láseres. Conceptos básicos, requerimientos mínimos y óptimos.</li> <li>3. Laboratorios avanzados modernos.</li> </ol>	60	Dr. Daniel Sahagún (IF UNAM), Dr. Eduardo Gómez García (UASLP)	29 de abril 2024 al 23 de agosto 2024 5h / semana Presencial en UASLP y CU-CDMX
<b>VIII. Taller de láseres y óptica, taller de espectroscopia y física atómica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Espectroscopia DAVLL y de Saturación para resolver la estructura fina e hiperfina de una transición.</li> <li>2. Desdoblamiento de Zeeman.</li> <li>3. Enfriamiento Doppler y Sisifus.</li> <li>4. Trampas disipativas y conservativas: Trampas magneto ópticas y dipolares.</li> <li>5. Atrapamiento y enfriamiento láser: Fuerzas de restitución y disipativas.</li> <li>6. Transiciones de uno y dos fotones: Raman contra-propagantes y coo-propagantes.</li> </ol>	60	Dr. Víctor Manuel Valenzuela Jiménez (UAS) Dr. Neil Vladimir Corzo Trejo (Cinvestav-Qro)	29 de abril 2024 al 23 de agosto 2024 Presencial en Sonora y CINEVESTAV, Qro.
<b>IX. Proyecto o prototipo unificador terminal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación de proyecto final (El alumno expondrá los resultados de su proyecto al resto de los alumnos y organizadores del Diplomado. Durante esta actividad académica será asesorado por 3 de los organizadores del diplomado y se realizará un seguimiento de esta actividad desde la segunda parte del diplomado de forma asíncrona con la finalidad de que el alumno tenga tiempo de desarrollar la primera parte de su proyecto durante mes y medio para posteriormente realizar su presentación final.)</li> </ol>	20	Dra. Georgina Angélica Olivares Rentería, (Investigadora independiente). Dr. John Alexander Franco Villafañe, (UASLP). Dr. Dorilián López Mago, (ITEMS). Dr. Luis Manuel Arévalo Aguilar, (BUAP). Dr. Ricardo Méndez Fragoso, (FC UNAM).	26 de agosto 2024 al 20 de septiembre 2024 5h / semana En línea