

PROGRAMA DE CURSO

Métodos Matemáticos Para Mecánica Cuántica

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Matemática					
Nombre del curso	Métodos Matemáticos Para Mecánica Cuántica	Código	MA6935	Créditos	3	
Nombre del curso en inglés	Mathematical methods for Quantum Mechanics					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	0	Trabajo personal	2
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo	Carrera, Magister y Doctorado	
Requisitos	MA4801 (análisis funcional) o AUTOR.					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes se familiaricen con las herramientas esenciales para estudiar modelos de sistemas cuánticos, y comprenden la significación física de los conceptos matemáticos involucrados. El objetivo es que con estos bases estén en grado de entender los desafíos matemáticos actuales relacionados con la descripción del mundo cuántica, en áreas como teoría espectral y análisis variacional.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1, Interpretar y utilizar el lenguaje formal matemático, para analizar y verificar la veracidad de afirmaciones matemáticas.

CE2, Calcular y manipular objetos matemáticos y herramientas conceptuales de diversas áreas de las matemáticas, tales como análisis, simulación numérica, ecuaciones diferenciales, matemáticas discretas, optimización, probabilidades y estadísticas, entre otras, para la resolución de problemas.

CE3, Modelar matemáticamente problemas de diferentes áreas en situaciones simples, es decir, traducir la realidad a una estructura matemática de forma tal que se facilite su análisis.

CG1, Comunicación profesional y académica

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2 Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2, CE3	RA1: Usa el formalismo de mecánica cuántica para describir experimentos (idealizados) y realizar predicciones sobre sus resultados.
CE1, CE3	RA2: Realiza demostraciones usando las desigualdades funcionales que cuantifican principios de incertidumbre y conoce su interpretación física.
CE1, CE2	RA3: Demuestra propiedades de operadores acotados y no-acotados: cerrado, simétrico, auto-adjunto, esencialmente auto-adjunto, ...
CE1, CE2	RA4: Aplica el teorema espectral y demuestra propiedades del espectro de operadores dados.
CE1, CE2, CE3	RA5: Identifica simetrías de sistemas y construye funciones simétricas y anti-simétricas para modelos de muchos cuerpos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA6 : Redacta demostraciones o resoluciones de problemas en un lenguaje adecuado, con justificaciones rigurosas y pedagógicas.
CG2	RA7 : Extrae información de la bibliografía del curso (en inglés) o de artículos científicos.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Historia y formalismo de la mecánica cuántica	1.5 Semanas
Contenidos		Indicador de logro	

<p>1.1. Primeros experimentos en mecánica cuántica</p> <p>1.2. Energía cinética y potencial, cuantificación.</p> <p>1.3. La ecuación de Schrödinger</p> <p>1.4. El gato, la filosofía, y la teoría de Broglie-Bohm</p>	<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprende el lenguaje de la mecánica cuántica (espacios de Hilbert, estados, observables, Hamiltoniano) 2. Calcula distribuciones, valor esperado y varianza de observables. 3. Calcula evolución temporal de estados y observables.
Bibliografía de la unidad	(1), (2)

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4, RA6	Operadores auto-adjuntos y teoría espectral	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Operadores no-acotados</p> <p>2.2. Operadores simétricos y auto-adjuntos</p> <p>2.3. El teorema espectral</p> <p>2.4. Espectro discreto y esencial</p> <p>2.5. Espectro absolutamente continuo, singularmente continuo y puntual.</p> <p>2.6. Sucesiones de Weyl</p> <p>2.7. Principios de Minmax</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Demuestra propiedades de operadores no-acotados y sus dominios. 2. Calcula el adjunto de un operador 3. Aplica el teorema espectral 4. Usa métodos variacionales para determinar el espectro discreto y el espectro esencial 5. Estudia el espectro de operadores de multiplicación, operadores de Schrödinger y matrices de Jacobi. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA5, RA2	Simetrías y sistemas de muchos cuerpos	Semanas 1.5
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Operadores que conmutan.</p> <p>3.2. Ejemplos de simetrías: sistemas periódicos y simetría rotacional.</p> <p>3.3. Sistemas de partículas idénticas no-interactuantes, estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac.</p> <p>3.4. El espacio de Fock</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliza simetrías para analizar el espectro de un operador. 2. Conoce los espacios de Hilbert para Fermiones y Bosones y ejemplos de funciones de onda en ellas. 3. Utiliza operadores de creación y anihilación en contextos simples. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4		Tópicos avanzados	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	

<p>4.1. Aplicar lo aprendido en el curso para estudiar un tópico a elección: Modelos efectivos no-lineales/sistemas magnéticos/ la fórmula de Feynman-Kac/ Mecánica cuántica estadística/ Teoría de scattering/ desigualdades de Lieb-Thirring/ ideales de traza/ desigualdades de Bell.</p>	<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplica los conceptos del curso para comprender un tema específico. 2. Redacta un pequeño reporte en español explicando lo aprendido. 3. Conecta ese tópico con lo aprendido en el curso, tanto en los aspectos matemáticos como los físicos.
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>(1), (2), (3)</p>

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza-aprendizaje: La estrategia de enseñanza utilizada es principalmente expositiva con participación de los estudiantes; la participación va desde responder preguntas teóricas realizadas por el docente hasta preguntas prácticas durante la resolución de ejercicios. Esto se complementa con trabajo personal apoyándose en la bibliografía del curso.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación que consideran tareas y la realización de informes. Se pueden complementar con evaluaciones de tipo control o examen.

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre la cantidad y tipo de evaluaciones, así como las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Gerald Teschl, *Mathematical Methods in Quantum Mechanics With Applications to Schrödinger Operators*. Graduate studies in Mathematics vol. 157. American Mathematical Society, 2014.

Bibliografía complementaria:

- (2) Jean Bricmont, *Making Sense of Quantum Mechanics*. Springer, 2016.
- (3) Michael Reed, Barry Simon, *Methods of Modern Mathematical Physics*. Elsevier, 1975.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Semestre Primavera 2025
Elaborado por:	Hanne Van Den Bosch
Validado por:	CTD de Matemática
Revisado por:	Área de Gestión Curricular