

PROGRAMA			
Espacio Curricular:	Mecánica Cuántica II		
Carácter:	Electivo	Período:	1 ^{er} Semestre
Carrera/s:	Licenciatura en Ciencias Básicas (Orientación en Física)		
Profesor Responsable:	Dr. Cristián G. Sánchez		
Equipo Docente:	---		
Carga Horaria:	96 horas		
Requisitos de Cursado:	Materias recomendadas: Mecánica Cuántica, Física Estadística, Electromagnetismo, Mecánica, Álgebra Lineal, Cálculo III.		

1- EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Aplicar técnicas de teorías de perturbaciones para encontrar soluciones aproximadas a problemas de estado estacionario y dependientes del tiempo en mecánica cuántica.
- Aplicar técnicas básicas de segunda cuantización para plantear estrategias de solución a problemas en sistemas de partículas idénticas en el marco de la mecánica cuántica.
- Describir las consecuencias del fenómeno de entrelazamiento en el modelo del mundo físico que propone la mecánica cuántica, incluyendo su posible aplicación a la computación.

2- DESCRIPTORES

Teoría de perturbaciones, Fermiones, Bosones, Segunda cuantización, Entrelazamiento, Decoherencia, Nociones de computación cuántica.

3- APOORTE DEL ESPACIO CURRICULAR A LA CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL, ALCANCE Y ACTIVIDADES RESERVADAS DEL TÍTULO

Este espacio curricular propone, por un lado, una profundización de las técnicas de cálculo en mecánica cuántica, y por otro ahondar en los aspectos fundacionales de la misma, así como una de sus posibles aplicaciones futuras: la computación cuántica. En el diseño curricular se ha optado por hacer énfasis sobre las técnicas de teoría de perturbaciones y segunda cuantización ya que las mismas forman parte del lenguaje establecido de la disciplina siendo, por lo tanto, esenciales para la aproximación a la literatura e investigación contemporáneas. De tal manera, este espacio curricular está íntimamente vinculado al perfil del Lic. en Ciencias Básicas con Orientación en Física, contribuyendo a la sólida y profunda formación teórica en la disciplina establecida en el mismo.

En relación a los alcances del título de Lic. en Ciencias Básicas, los contenidos analíticos y las competencias específicas que se desarrollan en el curso aportan, entre otros, a los siguientes:

- Realizar investigaciones y perfeccionar o desarrollar conceptos, teorías y métodos de la Física.
- Evaluar resultados de investigaciones y formular conclusiones recurriendo a técnicas y modelos matemáticos.
- Generar conocimiento científico.

La mecánica cuántica es la ciencia básica que sustenta tecnologías tales como los semiconductores, la electrónica digital, el láser, los relojes atómicos y el GPS, el diagnóstico por imágenes basado en la emisión de positrones o la resonancia magnética nuclear, por nombrar sólo algunas. En ese marco, en relación a los alcances de la Orientación Física, los contenidos analíticos y las competencias específicas que se desarrollan aportan a todos los alcances de la Orientación en Física.

Si bien por el momento el título de Lic. en Física se enmarca entre los contemplados en el Art. 42 de la Ley 24.521 de Educación Superior es de esperar, dada la inserción de los profesionales en Física como un recurso humano altamente calificado en la matriz productiva de alta tecnología, que la situación cambie en un futuro mediano. Los contenidos que se propone abarcar en el presente espacio curricular hacen a la formación integral en los aspectos teóricos de la disciplina y por tanto puedan ser considerados contenidos mínimos relacionados a las actividades profesionales que eventualmente se reserven para el título.

4- COMPETENCIAS

Tipo de Competencias	Detalle	Articula con:
----------------------	---------	---------------

Genéricas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. 2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 3. Capacidad para organizar y planificar el tiempo. 4. Capacidad de comunicación oral y escrita. 5. Capacidad de comunicación en un segundo idioma. 6. Habilidades en el uso de tecnologías de la información y de la comunicación. 7. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 8. Capacidad de trabajo en equipo. 	Inglés Nivel I y II, Todos los espacios curriculares de las pertenecientes a las áreas Matemática y Física, en particular: Mecánica Cuántica, Física Estadística, Electromagnetismo, Mecánica, Álgebra Lineal, Cálculo III, Física III y Seminario de investigación y/o desarrollo
Específicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidad para abstraer conceptos físicos en lenguaje matemático. 2. Capacidad para utilizar y construir modelos simplificados de sistemas físicos complejos identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias. 3. Capacidad para desarrollar estrategias de aproximación para las propiedades de sistemas estacionarios y dinámicos en mecánica cuántica. 	Mecánica Cuántica, Física Estadística, Electromagnetismo, Mecánica, Álgebra Lineal, Cálculo III, Física III, Epistemología de la ciencia, Seminario de investigación y/o desarrollo

	<p>4. Capacidad para comprender, describir e interpretar situaciones y conceptos utilizando el formalismo de segunda cuantización.</p> <p>5. Capacidad para comprender las bases fundacionales de la descripción del mundo físico que ofrece la mecánica cuántica.</p>	
--	--	--

5- CONTENIDOS ANALÍTICOS

Unidad 1: Operadores, Matrices, Vectores de Estado, Evolución temporal

Los axiomas de la mecánica cuántica. El álgebra de la mecánica cuántica. Notación de Dirac. Bases discretas y continuas. Evolución Temporal. Representaciones de Schrödinger y Heisenber. Matriz densidad. Estados puros y mezclas. Matriz densidad reducida. Evolución temporal de la matriz densidad. Ecuación de Liouville-Von Neumann.

Unidad 2: Métodos aproximados para estado estacionarios

Teoría de perturbaciones de Rayleigh-Schrödinger: Para sistemas no degenerados, para sistemas degenerados. El Principio Variacional. Teoría de perturbaciones de Brillouin-Wigner. Aplicaciones a sistemas modelo (oscilador armónico, partícula en una caja), física atómica y molecular, etc..

Unidad 3: Métodos aproximados para fenómenos dependientes del tiempo

Representación de Interacción. Serie de Dyson para el operador evolución, Aproximación súbita, Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo. Perturbación armónica, Regla(s) de Oro de Fermi: discreto a discreto, discreto a continuo, continuo a continuo. Aplicaciones a diversos tipos de espectroscopías (NMR, EPR, STM, IR, UVVIS, ARPES, etc.).

Unidad 4: Sistemas de partículas idénticas.

Partículas idénticas. Estados de muchas partículas, Simetría de permutación, Estados completamente simétricos y antisimétricos. Bosones y Fermiones.

Unidad 5: Segunda cuantización

Espacio de Fock. Operadores de creación y aniquilación para Fermiones y Bosones, propiedades. Operadores de una y dos partículas en segunda cuantización. Transformación de Base. Segunda cuantización para una base continua: Operadores de campo. Ecuación de movimiento de los operadores de campo en la representación de Heisenberg. Aproximaciones de campo medio. Aplicaciones al gas de electrones y la óptica cuántica.

Unidad 6: Cimientos de la mecánica cuántica

Modelo de Medición de Von-Neumann, Entrelazamiento, Decoherencia, La "paradoja EPR", Desigualdad de Bell, Desigualdad CHSH, Teorema de Kochen-Specker.

Unidad 7: Nociones de computación cuántica

Qubits, Puertas lógicas cuánticas, Circuitos cuánticos, Conjuntos universales de puertas lógicas cuánticas, Codificación superdensa, Introducción a los algoritmos cuánticos.

6- BIBLIOGRAFÍA

Principal

1. Schwabl, Franz. (2007). Quantum Mechanics (Fourth Edition). Springer.
2. Schwabl, Franz. (2008). Advanced Quantum Mechanics (Traducido por by Hilton, Roginald and Lahee, Angela). (Fourth Edition). Springer.

Suplementaria

1. Stefanucci, Gianluca & van Leeuwen, Robert. (2013). Nonequilibrium Many-Body-Theory of Quantum Systems, A Modern Introduction. Cambridge University Press.
2. Martin, Philippe A., Rothe, Françoise. (2004) Many-Body Problems and Quantum Field Theory, An Introduction. (Second Edition). Springer.
3. Galindo, A. & Pascual, P. (1990) Quantum Mechanics I y Quantum Mechanics II (Traducido por García, J. D. & Álvarez-Gaumé L). Springer.
4. Schlosshauer, Maximilian. (2007). Decoherence and the Quantum-to-Classical Transition. Springer.
5. Peres, Asher. (2002). Quantum Theory: Concepts and Methods. Kluwer Academic Publishers.
6. Nielsen, Michael A., Chuang, Isaac L.. (2010). Quantum Computation and Quantum Information, (10th Anniversary Edition), Cambridge University Press.
7. Gerry, Christopher C., & Knight, Peter L. (2005), Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press.

7- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología a utilizar será la de “aula invertida”. Se proveerá de antemano a los alumnos todo el material relacionado a los contenidos de la materia, tanto en forma de material bibliográfico tradicional como notas de clase y clases pre-grabadas en video digital. Las clases pre-grabadas contienen desarrollo tanto del material teórico como la resolución de situaciones problemáticas típicas. Se plantearán a los alumnos tareas semanales, con fecha de entrega pautada, a través de un espacio de aula virtual.

En los espacios interactivos se generará una discusión del material teórico y práctico en un formato de seminario socrático en el que, a partir de disparadores propuestos por el docente o los alumnos, se discutan y profundicen los contenidos de acuerdo a las dificultades, fortalezas e intereses del grupo y sus integrantes. La participación plena en estos espacios incentivará de forma natural que los alumnos estudien de forma independiente el material provisto y lleven a cabo las tareas planteadas.

La elección de la metodología de enseñanza se hace en consideración de que los alumnos que cursen este espacio curricular serán los del último (o penúltimo) año de la carrera. En este sentido resulta deseable desarrollar competencias de aprendizaje independiente con una adecuada gestión del tiempo de estudio. El seminario socrático resulta un espacio fértil para el desarrollo de competencias genéricas de trabajo en equipo, comunicación oral y otras que forman parte del quehacer científico contemporáneo que se desarrolla, necesariamente, para, por, con y entre otros.

En caso de ser necesario por la situación sanitaria, el espacio curricular está preparado para ser dictado 100% virtual.

8- EVALUACIÓN DURANTE EL CURSADO Y CONDICIONES DE REGULARIDAD

Los alumnos serán evaluados de manera continua durante el desarrollo del curso en base a su participación en las sesiones interactivas y la resolución de las tareas semanales. Durante el dictado se evaluarán formalmente los contenidos teóricos, así como su aplicación a situaciones problemáticas en dos parciales y un recuperatorio. Para obtener la regularidad los alumnos deberán:

- Entregar en tiempo y forma el 70% de las tareas semanales propuestas.
- Asistir a un 70% de los espacios interactivos planteados.
- Aprobar los dos parciales o un parcial y un recuperatorio con una nota igual o mayor a 6 (seis), que corresponderá a un 60% del puntaje total del examen.

9- SISTEMA DE APROBACIÓN FINAL Y/O PROMOCIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

La asignatura se considerará promocionada cuando se completen las dos evaluaciones y ambas se aprueben con una nota igual o superior a 8 (ocho), que corresponderá a un 80% del puntaje total del examen.

Los alumnos en condición regular aprobarán el espacio curricular mediante la aprobación de

un examen final escrito teórico-práctico. Los alumnos en condición libre aprobarán el espacio curricular mediante la aprobación de un trabajo práctico integrador y un examen final teórico-práctico.

PROMOCIONABLE (Marque con una cruz la respuesta correcta)

SÍ

X

NO

10- LINEAMIENTOS DE INVESTIGACIÓN DE LOS INTEGRANTES DEL ESPACIO CURRICULAR

El profesor responsable dirige un grupo de investigación consolidado que lleva adelante el desarrollo y la aplicación de nuevos métodos de simulación computacional de la dinámica cuántica electrónica y nuclear en sistemas complejos dentro y fuera del equilibrio, abarcando temas tales como la descripción de la transferencia de carga fotoinducida, la respuesta óptica de sistemas nanoscópicos y la electrónica molecular.

11- INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

No se requiere de ninguna infraestructura o equipamiento particular.

**FIRMA Y ACLARACIÓN
DEL RESPONSABLE DEL ESPACIO CURRICULAR**