
Una introducción al debate actual sobre la interpretación de la mecánica cuántica

Docente: Ricardo C. Zamar

Carácter: Teórico-Práctico

Asignación horaria: 60 horas

Régimen de cursado: cuatrimestral

Modalidad de dictado: Presencial

Fechas: El curso se dictará durante todo el segundo cuatrimestre del 2025

Horario: A determinar entre los interesados a realizar el curso

Objetivos

El descubrimiento de la MC significó el comienzo de un desafío para la humanidad ya que puso en evidencia la existencia de fenómenos naturales, imposibles de comprender usando el sentido común desarrollado hasta ese momento en base a la física clásica. La estructura formal construida partiendo de postulados fundamentales confirió a la teoría cuántica un poder predictivo extraordinario, quizás mayor que cualquier otra teoría física contemporánea. Sin embargo, desde el momento mismo de su nacimiento surgieron intensos e interesantes debates, que continúan hasta el día de hoy, acerca de la interpretación de sus postulados. Esta discusión se ha ido enriqueciendo y profundizando con el avance de la tecnología que ha permitido enormes progresos en el aspecto experimental. El asomarse a la discusión sobre la interpretación de la teoría es, sin duda de valor para el desarrollo de un nuevo sentido común a través del cual interpretar los resultados de la observación de la naturaleza.

En términos generales este curso se propone acercar al estudiante las preguntas de carácter fundamental. La estrategia contendrá varios pasos. Comenzará con una revisión sintética de los resultados desde la detección del carácter cuántico de los fenómenos microscópicos hasta la formulación de la ecuación de Schrödinger y los postulados en los que se basa la teoría actualmente consensuada universalmente. En ese punto estaremos en condiciones de "aislar" las preguntas epistemológicas generadoras del debate: problema de la medición, problema de la localidad y problema ontológico. Estas preguntas serán discutidas en el marco conceptual de la llamada Interpretación de Copenhague y también desde otras propuestas como la Teoría de la onda piloto.

Los objetivos específicos son:

- (a) Actualizar los conocimientos adquiridos previamente sobre la Mecánica Cuántica como una de las grandes teorías revolucionarias del siglo XX, que logró describir consistentemente todas las observaciones experimentales hasta el presente.
- (b) Realizar un recorrido por las preguntas aún abiertas relacionadas con la interpretación de la Mecánica Cuántica, describiendo un conjunto de respuestas posibles, formuladas por autores enrolados en distintas escuelas de pensamiento, a lo largo del tiempo.

(c) Promover la percepción de que el desarrollo de una teoría no es solamente el logro de una estructura lógica capaz de describir consistentemente las observaciones experimentales disponibles, sino que además debe contener elementos que permitan interpretar el contenido de sus postulados.

(d) Estimular la generación de una visión propia sobre aquellos puntos aún controversiales, en la creencia de que estos conocimientos y la experiencia adquirida serán de utilidad en la transmisión de las ideas fundamentales de las nuevas teorías de la Física de manera estimulante.

Contenidos

- 1- Revisión de las ideas que llevaron desde la propuesta de Planck para explicar la radiación de cuerpo negro hasta la ecuación de Schrödinger. Postulados de la Mecánica Cuántica.
- 2- Preguntas fundamentales que deben discutirse en el intento de interpretar la mecánica cuántica como una teoría física: problema de la medición cuántica, localidad y el problema ontológico.
- 3- Medición cuántica. Naturaleza de una medición cuántica. Emergencia del mundo clásico desde el mundo microscópico. Gato de Schrödinger. "Hidden variables". Decoherencia
- 4- Localidad. El argumento de Einstein, Podolsky y Rosen (EPR): ¿es la Mecánica Cuántica una teoría completa? No-localidad: Desigualdades de Bell. Entrelazamiento.
- 5- El problema ontológico.
- 6- La interpretación de Copenhague. Perspectiva de Heisenberg. Perspectivas contemporáneas.
- 7- Otras teorías. Discusión de la teoría de la onda piloto de Bohm.

Actividades

Las clases tendrán una duración de cuatro horas y serán de carácter teórico-práctico que incluirán exposiciones del docente y discusiones del grupo clase. A lo largo del curso se propondrán actividades individuales y resolución de situaciones problemáticas grupales, que serán tenidas en cuenta para evaluar el progreso de los estudiantes a lo largo del curso.

Modalidad de Evaluación

Elaboración individual de una monografía orientada a profundizar alguna de las temáticas desarrolladas en el curso. Al inicio del curso se coordinará con los estudiantes los plazos y formas de entrega de la misma. El trabajo se deberá defender a manera de un seminario, donde se promoverá la discusión amplia del tema elegido y su relación con el resto del programa. Este trabajo será evaluado con una calificación en una escala del uno al diez.

Bibliografía básica

Travis Norse, *Foundations of Quantum Mechanics*, Undergraduate Lecture Notes in Physics, Springer (2011)

Bibliografía complementaria

J.S. Bell, *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*, 2nd Edition, Cambridge University Press (2004).

Maximilian Schlosshauer, *Elegance and Enigma, The Quantum Interviews*, Springer (2011).

Maximilian Schlosshauer, *Decoherence and the Quantum to Classical Transition*, Springer (2005).

Max Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics*, Wiley (1974).

Roland Omnès, *Quantum Philosophy*, Princeton University Press (1999).

Roland Omnès, *Understanding Quantum Mechanics*, Princeton University Press (1999).

D. Bohm, *Quantum Theory* (Prentice-Hall Inc. (1951).

Werner Heisenberg, *Physics and Philosophy*, Penguin Books (2005).

Bryce S. DeWitt, Neill Graham, Editors, *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press (1973).

Werner Heisenberg, *The development of quantum mechanics (Nobel lecture)* (1933).

Diversos artículos científicos que serán recomendados durante el desarrollo del curso.