

IDENTIFICACIÓN

CURSO	: QUANTUM: DE LAS PARADOJAS A LA ESTRUCTURA LÓGICA DE LA REALIDAD
TRADUCCIÓN	: QUANTUM: FROM PARADOXES TO THE LOGICAL STRUCTURE OF REALITY
SIGLA	: FIM3433
CRÉDITOS	: 15 UC
MÓDULOS	: 2
REQUISITOS	: MAT1203 y FIZ0313
CONECTOR	: O
RESTRICCIONES	: 030401 o 036001 o 030803 o 020701 o 020602 o 060401 o 060501 o 060601 o 060801
CARÁCTER	: OPTATIVO
TIPO	: CÁTEDRA
FORMATO	: PRESENCIAL
CALIFICACIÓN	: ESTÁNDAR
PALABRAS CLAVE	: CUÁNTICO VS CLÁSICO, LÓGICA CUÁNTICA, PROBABILIDAD CUÁNTICA, NO LOCALIDAD
NIVEL FORMATIVO	: MAGÍSTER

INTEGRIDAD ACADÉMICA Y CÓDIGO DE HONOR

La Universidad tiene un compromiso con la construcción de una cultura de respeto e integridad. Quienes participen de este curso se adscriben al Código de Honor UC y adquieren el compromiso de aportar a la construcción de una cultura de Integridad Académica, actuando en consonancia con los valores de veracidad, confianza, respeto, justicia, responsabilidad y honestidad en todo el trabajo académico.

I. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Este curso aborda la mecánica cuántica desde una perspectiva fundacional e interpretativa, centrada en su arquitectura conceptual y en sus diferencias profundas con la física clásica. El énfasis se sitúa en el significado formal, lógico y ontológico de nociones como estado, observable, medida y probabilidad. A partir del argumento de Albert Einstein–Boris Podolsky–Nathan Rosen y de los teoremas de John Bell, Andrew Gleason y Simon Kochen–Ernst Specker, se analizan los límites de los supuestos clásicos. Se introducen así la probabilidad cuántica y la lógica cuántica, basadas en un retículo ortomodular no booleano. Se estudian fenómenos de no localidad, contextualidad y entrelazamiento, junto con el problema de la medida y el significado de la función de onda. El curso examina interpretaciones contemporáneas de la teoría. Las/los estudiantes podrán fundamentar la teoría cuántica y sus implicaciones para nuestra noción de realidad. Esto les permitirá afrontar profesionalmente los desafíos conceptuales de la segunda revolución cuántica. La metodología considera cátedras, talleres y proyecto. La evaluación, pruebas, talleres y un proyecto, sin requerir técnicas matemáticas avanzadas.

II. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Evaluar críticamente los fundamentos conceptuales de la mecánica cuántica, distinguiendo su arquitectura teórica de la de las teorías físicas clásicas.
2. Identificar las diferencias estructurales en términos de realismo, localidad, separabilidad y describibilidad de las propiedades físicas.
3. Comprender el alcance del argumento de Albert Einstein–Boris Podolsky–Nathan Rosen como punto de partida del debate fundacional.
4. Explicar el significado de las desigualdades de John Bell y su relación con la noción de no localidad.
5. Analizar el contenido de los teoremas de Andrew Gleason y de Simon Kochen–Ernst Specker, y su vínculo con la contextualidad.
6. Relacionar estos resultados con la evidencia experimental del entrelazamiento cuántico.
7. Utilizar la probabilidad cuántica como una extensión no clásica de la probabilidad de Andrey Kolmogórov.
8. Emplear la lógica cuántica y la estructura de retículo ortomodular como marco formal alternativo a la lógica booleana clásica.

9. Aplicar estos marcos conceptuales al análisis del problema de la medida y de las principales interpretaciones de la teoría cuántica.

I. CONTENIDOS

1. Contexto histórico, paradojas y marco conceptual

- 1.1 ¿Qué es una teoría física?: estructura formal, modelo, interpretación
- 1.2 El significado de estado, observable y medida
- 1.3 Crisis de la física clásica y nacimiento de la teoría cuántica
- 1.4 Las paradojas fundacionales: dualidad onda-partícula, problema de la medida, paradoja EPR
- 1.5 Realismo, localidad, separabilidad: supuestos clásicos en revisión

2. Estructuras matemáticas de las teorías físicas: clásico vs. cuántico

- 2.1 Estructura matemática de la mecánica clásica
- 2.2 Estructura matemática de la mecánica cuántica
- 2.3 Diferencias estructurales entre clásico y cuántico y el papel de la no conmutatividad

3. Lógica cuántica y probabilidad cuántica

- 3.1 Límites de la probabilidad clásica de Kolmogórov en el contexto cuántico
- 3.2 La probabilidad cuántica como generalización no clásica
- 3.3 Retículos ortomodulares y lógica cuántica
- 3.4 Relación entre la estructura lógica de los eventos y la estructura de los observables
- 3.5 Implicaciones para el problema de la medida

4. No localidad, contextualidad, entrelazamiento y más

- 4.1 Sistemas compuestos y entrelazamiento
- 4.2 Desigualdades de Bell y su significado conceptual
- 4.3 Teoremas de Gleason y Kochen–Specker. Contextualidad
- 4.4 Consecuencias para el realismo, la localidad y la estructura de la realidad física
- 4.5 Panorama de las principales interpretaciones a la luz de los resultados fundacionales

I. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Cátedra
- Talleres
- Proyecto

I. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

- Prueba escrita : 50%
- Talleres : 20%
- Proyecto o Informe : 30%

I. BIBLIOGRAFÍA

Mínima:

- Peres, A.: *Quantum Theory: Concepts and Methods*. Kluwer Academic Publishers (2002).
- Aharonov, Y.; Rohrlich, D.: *Quantum Paradoxes: Quantum Theory for the Perplexed*. Wiley-Vch (2005).
- Maudlin, T.: *Quantum Non-Localilty and Relativity*. Wiley-Blackwell (2011).
- Anastopoulos, C.: *Quantum Theory: A Foundational Approach*. Cambridge University Press (2023).
- Golub, R., Lamoreaux, S.: *The Historical and Physical Foundations of Quantum Mechanics*. Oxford University Press (2023).
- Bub, J.: *Interpreting the Quantum World*. Cambridge University Press (1997).

- ***Ney, Alyssa:** *The World in the Wave Function: A Metaphysics for Quantum Physics*. Oxford University Press (2021).

Complementaria:

- Bell, J. S.: *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics* (2nd edition). Cambridge University Press (2004).
- Wheeler, J. A., Zurek, W. H. (eds.): *Quantum Theory and Measurement*. Princeton University Press (1983).
- d'Espagnat, B.: *Conceptual Foundations of Quantum Mechanics*. Addison-Wesley (1976).
- Omnès, R.: *The Interpretation of Quantum Mechanics*. Princeton University Press (1994).
- ***Ismael, Jenann:** *How Physics Makes Us Free*. Oxford University Press (2016).