

**Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades**  
**Departamento de Filosofía**

**1.- Identificación del Curso**

**Academia:** Lógica y Filosofía de la Ciencia

**Nombre de la Unidad de Aprendizaje:**

**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA**

**Clave de la Materia:**

Horas Teóricas: 3 hrs semanales

Horas Practica: 0

Total de Horas: 60 hrs semestrales

Valor en Créditos:

Tipo de Curso	Nivel	Carrera	Pre-requisitos
1. Curso	Licenciatura	Lic. En Filosofía	No poner ningún prerrequisitos

**Elaborado por:** Nalliely Hernández

**2.- Presentación:**

El seminario se propone analizar los principales elementos del cambio conceptual en relación a la realidad física (categorías, principios de realidad, etc.) entre la física clásica y la mecánica cuántica. Así como examinar sus principales consecuencias y debates filosóficos, desde una triple perspectiva semántica, ontológica y epistemológica.

Para ello, tomando como hilo conductor su desarrollo histórico, en primera instancia se analizarán los supuestos y elementos centrales la física clásica de finales del siglo XIX. Posteriormente se analizarán los problemas que dieron origen al postulado cuántico (1900) y los distintos inconvenientes conceptuales alrededor de

él, seguidos por el nacimiento de los dos formalismos que conformaron una nueva y completa teoría física sobre el mundo atómico. Asimismo, se realizará el análisis del surgimiento de la interpretación de Copenhague (1927), contenida principalmente en el principio de complementariedad y de indeterminación elaborados por Niels Bohr y Werner Heisenberg, respectivamente, como nuevos marcos lógicos para realizar una descripción cualitativa de los fenómenos atómicos. Consecutivamente, se examinarán algunas de las principales implicaciones filosóficas de esta perspectiva de la física atómica, así como algunas de sus objeciones centrales. Finalmente se esbozarán algunos de los debates posteriores y contemporáneos alrededor de la teoría, así como sus interpretaciones y teorías alternativas.

### 3.- Unidad de Competencia

Se espera que el estudiante sea capaz de reconocer y reelaborar las ideas centrales que involucran el paradigma de la teoría cuántica. Ello supone que puedan reconocer sus premisas y principios, así como los conceptos y relaciones centrales. Asimismo, se espera que conozcan y dominen de forma general los argumentos centrales en torno a las controversias y debates que la teoría ha implicado en el ámbito filosófico.

Con ello podrá abordar analítica, crítica e imaginativamente los debates y las controversias filosóficas alrededor de la teoría con rigor y claridad. Ello le permitirá, además, establecer relaciones e implicaciones epistemológicas, ontológica o semánticas, a partir de este paradigma científico, siempre con plausibilidad y precisión, y por tanto, elaborar problemas o tesis epistemológicas alrededor de categorías fundamentales como la objetividad o la causalidad en este dominio particular.

### 4.- Saberes

**Saberes Teóricos:** el estudiante desarrollará un dominio general de los conceptos, principios y problemas de la teoría cuántica en contraste con la teoría clásica, así como las consecuencias para las relaciones epistemológicas, semánticas u ontológicas que de ella se derivan.

**Saberes Prácticos:** el estudiante desarrollará durante el curso distintos métodos y técnicas como la localización de información relevante, síntesis y comentario de

textos, valoración y críticas de posiciones enfrentadas, uso de tecnologías para encontrar información, expresión oral y escrita con claridad, etc.

**Saberes Formativos:** el estudiante desarrollará habilidades generales de comprensión, análisis y crítica de textos, habilidad analítica y claridad conceptual.

## 5.- Contenido del Curso (temas y subtemas).

### 1. Antecedentes

#### 1.1. Suposiciones en la mecánica clásica

##### 1.1.1. Las premisas

##### 1.1.2. Los conceptos

##### 1.1.3. Las teorías

### 2. El surgimiento de la teoría cuántica

#### 2.1. El problema de la radiación del cuerpo negro

##### 2.1.1. El postulado cuántico de Planck

#### 2.2. El problema del efecto fotoeléctrico

##### 2.2.1. La solución de Einstein: los fotones

#### 2.3. El modelo atómico de Bohr

##### 2.3.1. La estructura del átomo

##### 2.3.2. El problema de la estabilidad

##### 2.3.3. Los postulados de Bohr

##### 2.3.4. El carácter del modelo atómico

### 3. El surgimiento de la mecánica matricial y la mecánica ondulatoria

#### 3.1. El principio de correspondencia

#### 3.2. El carácter de la vieja teoría cuántica

#### 3.3. Los primeros artículos de mecánica cuántica

#### 3.4. El carácter de la nueva teoría cuántica

### 4. Una interpretación del formalismo cuántico

#### 4.1. Los conflictos de la interpretación ondulatoria

#### 4.2. La interpretación probabilista de la función de onda

#### 4.3. Los conflictos de la interpretación corpuscular

#### 4.4. El principio de indeterminación

#### 4.5. El pensamiento de Bohr

#### 4.6. El principio de complementariedad

##### 4.6.1. La discontinuidad y la inevitable interacción

- 4.6.2. La dualidad onda-partícula
- 4.6.3. Completud y consistencia en la descripción
- 4.7. El debate sobre la prioridad de los conceptos
- 4.8. ¿Qué es la interpretación de Copenhague?
- 5. Implicaciones filosóficas de la interpretación**
  - 5.1. El uso de los conceptos físicos
  - 5.2. La causalidad en la interpretación cuántica
  - 5.3. La objetividad en la interpretación cuántica
  - 5.4. La nuevas suposiciones de las descripciones físicas
- 6. Objeciones, debates y alternativas**
  - 6.1. La crítica de Einstein: la paradoja E-P-R
  - 6.2. El problema de la localidad y el problema de la medida.
  - 6.3. Teorías de variables ocultas locales y no-locales.
  - 6.4. Interpretaciones alternativas: interpretación estadística, transaccional, del multiverso, de las muchas mentes, de Bohm, del colapso, de las muchas mentes, etc.

### **Bibliografía:**

Baker D., “ Measurement Outcomes and Probability in Everettian Quantum Mechanics”, *Studies In History and Philosophy of Science Part B: Studies In History and Philosophy of Modern Physics*, Volume 38, Issue 1, March 2007, Pages 153–169.

Bohm, D. (1957): *Causality and Chance in Modern Physics*. London, Routledge and Kegan Paul.

Bohm, D. (1980): *Wholeness and the Implicate Order*. London, Routledge and Kegan Paul. Edición castellana: *La Totalidad y el Orden Implicado*. Barcelona, Kairós, 1987.

Bohm, D. (1993): *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory*. London, Routledge and Kegan Paul.

Bohm, D. and PEAT, F.D. (1987): *Science, Order and Creativity*. Bantam Doubleday Dell Publ. Group, Inc. Edición castellana: *Ciencia, Orden y Creatividad*. Barcelona, Kairós, 1988.

Bohr, N. (1934): *Atomic Theory and the Description of Nature*, Cambridge University Press. [Trad. Esp.] *La Teoría Atómica y la Descripción de la Naturaleza*, Madrid, Alianza, 1988.

Bohr, N. (1958): *Atomic Physics and Human Knowledge*, John Willey & Sons, New York. [Trad. Esp.] *Física Atómica y Conocimiento Humano*, Madrid, Aguilar, 1964.

Bohr, N. (1963): *Essays 1958-1962 on atomic physics and human knowledge*, Interscience Publishers (John Willey & Sons), New York. [Trad. Esp.] *Nuevos ensayos sobre física atómica y conocimiento humano (1958-1962)*, Madrid, Aguilar, 1970.

Born, M. (1926): "Zur Quantenmechanik der Stossvorgänge", en *Zeitschrift für Physik*, 37, págs. 863-867. [Trad. Ingl.] "On the Quantum Mechanics of Collisions", en J.A. Wheeler, W.H. Zurek (eds.): *Quantum Theory and Measurement*, Princeton University Press, 1983, pp. 52-55.

Born, M (1951): *The Restless Universe*, New York, Dover.

Cassidy, D.C. (1992): *Uncertainty. The Life and Science of Werner Heisenberg*, New York, Freeman.

De la Torre, A., *Física cuántica para filósofos*, Buenos Aires, FCE, 1992.

Einstein, A., Born, H., Born, M. (1969): *Briefwechsel 1916-1955*, Nymphenburger Verlag.[Trad. Esp.] *Correspondencia 1916-1955*, México, Siglo Veintiuno, 1973.

Einstein, A. (1935): "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?". *Physical Review*, vol. 47, 777-780.

Einstein, A. (1954): *Ideas and Opinions*. New York, Crown Publ. Inc. Traducción castellana: *Mis Ideas y Opiniones*. A. Bosch, Barcelona, 1981

Einstein, A. (1949): *Autobiographical Notes*. La Salle, Illinois, Open Court. Traducción castellana: *Notas Autobiográficas*. Alianza Editorial, Madrid, 1984.

Everett, H., *Theory of the Universal Wavefunction*, Thesis, Princeton University, (1956, 1973), pp 1-140.

Feyerabend, P. (1989): "Crítica al supuesto de invarianza del significado", en *Límites de la ciencia: explicación, reducción y empirismo*, Barcelona, Paidós, pp. 112-42.

Folse, H. (1985): *The Philosophy of Niels Bohr: the Framework of Complementarity*, Amsterdam, North-Holland.

Gribbin, J. (1984): *In Search of Schrödinger's Cat*, New York, Bantam Books. [Trad. Esp.] *En busca del gato de Schrödinger: la fascinante historia de la mecánica cuántica*, Barcelona, Salvat, 1986.

Hacyan, Sh., (2004), *Física y metafísica del espacio y el tiempo. La filosofía en el laboratorio*, México, FCE.

Heelan, P. (1965): *Quantum Mechanics and Objectivity: a Study of the Physical Philosophy of Werner Heisenberg*, The Hague, Martinus Nijhoff.

Heisenberg, W. (1925): "Über quantentheoretischer Umdeutung Kinematischer und mechanischer Beziehungen", en *Zeitschrift für Physik*, 33, pp. 879-893. [Trad. Ingl.] "Quantum-theoretical re-interpretation of kinematic and mechanical relations" en *Sources of Quantum Mechanics*, Baerden, B.L. van der (ed.), New York, Dover, 1968, pp. 261-76.

Heisenberg, W. (1927): "Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik", *Zeitschrift für Physik*, 43, pp. 172-198. [Trad. Ingl.] "The Physical Content of Quantum Kinematics and Mechanics", en J.A. Wheeler, W.H. Zurek (eds.): *Quantum Theory and Measurement*, Princeton University Press, 1953, pp. 62-84.

Heisenberg, W. (1958): *Physics and Philosophy. The Revolution in Modern Science*, Harper and Row, New York. [Trad. Esp.] *Filosofía y física*, Buenos Aires, La Isla, 1959.

Heisenberg, W. (1935): *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, Leipzig, S. Hirzel. [Trad. Esp.] *Los nuevos fundamentos de la ciencia*, Madrid, Norte y Sur, 1962.

Heisenberg, W. (1930), *Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, Leipzig, Hirzel. [Trad. Ingl.] *The Physical Principles of the Quantum Theory*, New York, Dover, 1949.

Heisenberg, W. (1955): *Das Naturbild der heutigen Physik*, Hamburgo, Rowohlt Verlag. [Trad. Esp.] *La imagen de la naturaleza en la física actual*, Barcelona, Ariel, 1976.

Heisenberg, W. (1958): *Physics and Philosophy. The Revolution in Modern Science*. New York, Harper and Row.

Heisenberg, W. (1969): *DEL TEIL UND DAS GANZE. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, Munich, R. Piper & Co. Verlag. [Trad. Esp.] *Diálogos sobre física atómica*, Madrid, La Editorial Católica, 1972.

Heisenberg, W. (1977a): *Tradition in der Wissenschaft*, München, R. Piper & Co. Verlag. [Trad. Esp.] *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*, Madrid, Alianza., 1979.

Heisenberg, W. (1977b), "Remarks on the Origin of the Relations of Uncertainty", en Price, W.C., Chissick, S. S. (eds.): *The Uncertainty Principle and Foundations of Quantum Mechanics*, New York, John Wiley and Sons, London.

Jammer, M. (1974): *The Philosophy of Quantum Mechanics: the Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective*, New York, John Wiley and Sons.

Kumar, M. (2011): *Quantum. Einstein Bohr y el gran debate sobre la naturaleza de la realidad*, Barcelona, Kairós.

Moore, R. (1985): *Niels Bohr: The Man, His Science and the World They Changed*, Cambridge, MIT Press.

Osnaghi, Stefano; Freitas, Fabio; Olival Freire, Jr (2009). "The Origin of the Everettian Heresy" (PDF). *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 40: 97-123

Rioja, A. (1992): "Orden implicado versus orden cartesiano. Reflexiones en torno a la filosofía de David Bohm". *Llull*, Vol. 15, 1992, 369-394.

Rioja, A. (1992): "La filosofía de la complementariedad y la descripción objetiva de la naturaleza", *Revista de Filosofía*, Vol. V, num. 8, Madrid, Editorial Complutense, pp. 257-282.

Rioja, A. (1995a): "La dualidad onda-corpúsculo en la filosofía de Max Born", *Thémata: Revista de filosofía*, No. 14, Universidad de Sevilla, pp. 251-284.

Rioja, A. (1995b): "Los orígenes del principio de indeterminación", *Theoria*, Vol. X No. 22, Universidad del País Vasco, pp. 117-143.

Rioja, A. (1997): "Semántica y ontología en la interpretación de Copenhague-Gotinga de la mecánica cuántica". *Actas del II Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*. Universidad Autónoma de Barcelona, 344-347.

Rioja, A. (2000): "Language, Physics and Reality in the Copenhagen Interpretation of Quantum Mechanics". Actas del III Congreso Internacional de Ontología.. En: V. Gómez Pin (ed.): *Ontology Studies - Cuadernos de Ontología*, 1, San Sebastián, 171-184.

Rioja, A. (2002): "Sobre ondas y corpúsculos: Un punto de vista lingüístico", en *Física Cuántica y Realidad*, Rivadulla, A., Mataix C. (eds.), Madrid, Facultad de Filosofía, Universidad Complutense, pp. 135-154.

Stapp, Henry (2002). "The basis problem in many-world theories", *Canadian J. Phys.* 80: 1043-1052.

Schrödinger, E. (1926): "An Ondulatory Theory of the Mechanics of Atoms and Molecules", *Physical Review*, Vol. 28, No. 6, pp. 1049-1970.

Schrödinger, E. (1982): *Collected Papers on Wave Mechanics*, Chelsea Publishing Company, Nueva York.

Schrödinger, E. (2001): *La nueva mecánica ondulatoria y otros escritos*, Biblioteca Nueva, Madrid.

Selleri, F. (1983): *Die Debatte um die Quantentheorie*, Braunschweig, Vieweg. [Trad. Esp.] Séller, F. (1986), *El debate de la teoría cuántica*, Madrid, Alianza.

Waerden, B.L. (1968): *Sources of Quantum Mechanics*, New York, Dover.

Zinkernagel, H. (2002): "Bohr's Relevance to Philosophy and Contemporary Physics", en *Física cuántica y realidad*, Rivadulla A., Mataix, C. (eds.), Madrid, Facultad de Filosofía, Universidad Complutense, pp. 155-170.