

POSTULADOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA

Mario I. Caicedo

20 de enero de 2026



EL ORIGEN: 14 DE DICIEMBRE DE 1900

La física moderna nace con la presentación *Über das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum* (Sobre la ley de distribución de la energía en el espectro normal) de **Max Planck** ante la Sociedad Alemana de Física:

LA HIPÓTESIS DE LOS CUANTOS

Para explicar la radiación del cuerpo negro, Planck introdujo la constante h :

$$E = h\nu$$

Este acto de *desesperación teórica* rompió con el determinismo de la física clásica.



RESULTADOS ANÓMALOS Y CRISIS CLÁSICA

Durante las primeras dos décadas del siglo XX, la evidencia experimental hizo insostenible la física de Newton y Maxwell:

- **Efecto Fotoeléctrico:** Luz como partícula (Einstein, 1905).
- **Efecto Compton:** Colisión fotón-electrón.
- **Modelos Atómicos:** Estabilidad del átomo (Bohr).
- **Dualidad de De Broglie:** Ondas de materia.

La física carecía de una estructura unificada.

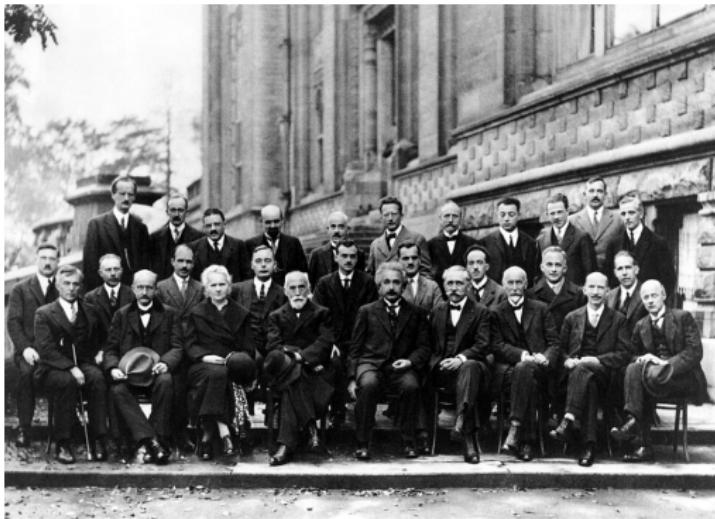




1911: LA “TEORÍA DE LA RADIACIÓN Y LOS CUANTOS”

Bajo el mecenazgo de Ernest Solvay, Einstein y Planck intentan convencer al resto de la discontinuidad fundamental.





1927: ELECTRONES Y FOTONES

El debate Bohr-Einstein alcanza su clímax. 17 de los 29 asistentes son o serán Premios Nobel.



INTRODUCCIÓN A LOS POSTULADOS

LA FORMULACIÓN CANÓNICA

La estructura formal fue consolidada por **Paul Dirac** y **John von Neumann** en la década de 1930.

- Formalizar el concepto de **estado**.
- Definir las reglas de **medida**.
- Establecer la **evolución temporal**.



EL DICCIONARIO DE LA REALIDAD

Sistemas Físicos	→	Formalismo
Estado del sistema	→	Vector de estado ($ \psi\rangle$)
Variables medibles	→	Operadores (\hat{O})
Resultados de medida	→	Autovalores (o_n)
Cambio en el tiempo	→	Unitario ($U(t, t_0)$)



POSTULADO

El estado de un sistema físico en un instante $t = t_0$ es un rayo de un espacio de Hilbert \mathcal{H} .

Esto garantiza el principio de superposición:

$$|\psi\rangle = \sum_{\alpha \in I} C_\alpha |\alpha\rangle$$



POSTULADO

A cada cantidad física medible puede asociarsele un operador autoadjunto O denominado observable.

POSTULADO

Los únicos valores que pueden obtenerse al medir el observable O son sus autovalores.



POSTULADO

3^{er} Postulado La probabilidad de medir el autovalor o de O sobre el estado $|\psi\rangle$ es:

$$P(o) = \sum_{deg} |\langle n_o | \psi \rangle|^2$$



POSTULADO

Evolución Temporal La evolución está dada por la ecuación de Schrödinger:

$$\mathsf{H} |\psi(t)\rangle = -i\hbar \partial_t |\psi(t)\rangle$$



EVOLUCIÓN TEMPORAL: EL OPERADOR U

$$|\psi(t)\rangle = U(t, t_0) |\psi(t_0)\rangle$$

Si H es independiente del tiempo:

$$U(t, t_0) = \exp\left(-\frac{i}{\hbar}H(t - t_0)\right)$$

La unitaridad $U^\dagger U = I$ garantiza la conservación de la probabilidad.



LÍMITES Y EXTENSIONES

- Sistemas de Muchas Partículas.
- Interacciones Dinámicas.
- Creación y Aniquilación.

PRÓXIMO PASO: UN NUEVO LENGUAJE

Introduceremos la **Segunda Cuantización**.



LECTURAS SUGERIDAS: CONTEXTO HISTÓRICO

Para profundizar en la génesis de los conceptos que hoy damos por sentados, se recomiendan las siguientes obras maestras:

- **Abraham Pais**, *Subtle is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein*. (La mejor crónica de la revolución cuántica desde adentro).
- **George Gamow**, *Thirty Years that Shook Physics: The Story of Quantum Theory*. (La visión más amena y directa del período 1900-1930).
- **Abraham Pais**, *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World*. Oxford University Press. (Imprescindible para entender la evolución de las fuerzas).
- **Max Jammer**, *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*. McGraw-Hill. (Un análisis profundo de la lógica detrás de los postulados).

