

# 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.



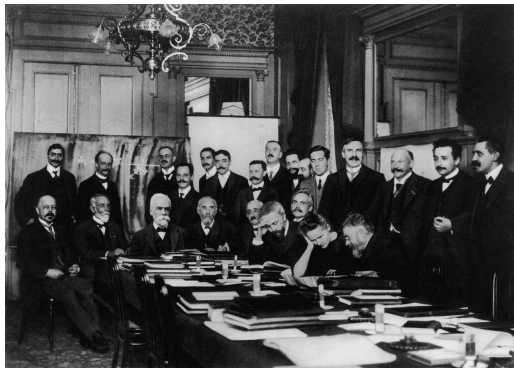
# RESULTADOS ANÓMALOS Y CRISIS CLÁSICA

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.*

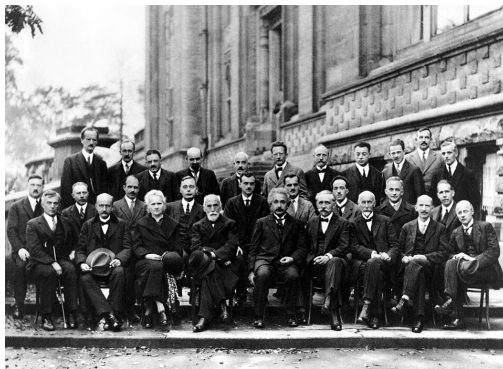




## 1911: LA “TEORÍA DE LA RADIACIÓN Y LOS CUANTOS”

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 asociarse un operador autoadjunto  $O$  denominado observable.*

## POSTULADO

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

## POSTULADO

*3<sup>er</sup> 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:*

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



# 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).

