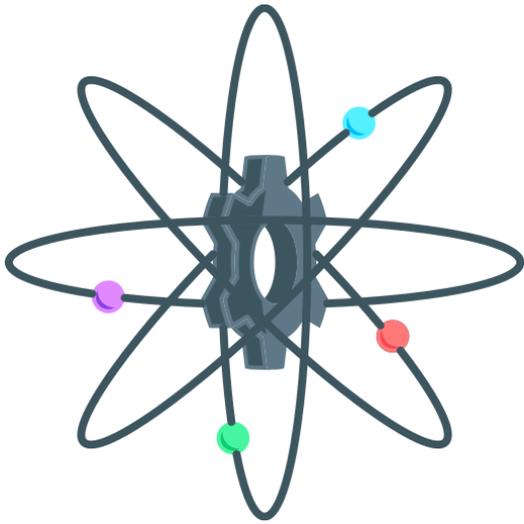



Interpretaciones de la Mecánica cuántica

Escrito por Alejandro Silva García

Aunque el desarrollo de la mecánica cuántica a principios del siglo XX cambió radicalmente nuestra manera de ver el mundo y permitió el detonamiento de innumerables aplicaciones en ciencia y tecnología, todavía hoy el comportamiento de la materia y la energía a escalas muy pequeñas es un profundo misterio. Esto se debe a que el *mundo subatómico funciona de una forma completamente distinta al microscópico* y nuestra intuición sobre la realidad poco o nada sirve para entender los fenómenos cuánticos (Feynman, 1965). La observación de este tipo de sistemas nos revela que *las partículas cuánticas, como los electrones y fotones, poseen propiedades tanto de onda como de partícula* y que los sistemas cuánticos admiten[CC2] valores discretos, “cuantizados”, de sus cantidades físicas como la energía, el momento, etc., a diferencia de los sistemas clásicos, donde las mismas cantidades físicas tienen valores continuos.





Flaticon. (s. f.). Flaticon. <https://www.flaticon.es/resultados?word=matematicas&color=color&color=violet>

Según la teoría de la mecánica cuántica, consolidada con las ideas de Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, entre otros, un sistema cuántico es descrito por una función de onda gobernada por la ecuación de Schrödinger.

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\mathbf{r}, t)$$

Dicha función de onda contiene la información sobre las probabilidades de que una cantidad física tome cierto valor tras realizar una medición sobre el sistema. Bajo esta descripción, la *mecánica cuántica* es no determinista y, además, establece límites sobre la precisión con la que se pueden medir simultáneamente dos magnitudes físicas (**principio de incertidumbre**). Un aspecto importante de esta teoría es que el acto de realizar una medición afecta irreversiblemente al sistema provocando el colapso de la función de onda a un estado determinado del sistema. Estas son algunas de las concepciones que forman parte de la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica, mejor conocida como la **Interpretación de Copenhague**. La interpretación de Copenhague fue severamente cuestionada por la naturaleza ambigua de sus prescripciones.

Niels Bohr



colaboradores de Wikipedia. (s. f.). Archivo:Niels Bohr Date Unverified LOC.jpg - Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Niels_Bohr_Date_Unverified LOC.jpg

Schrödinger



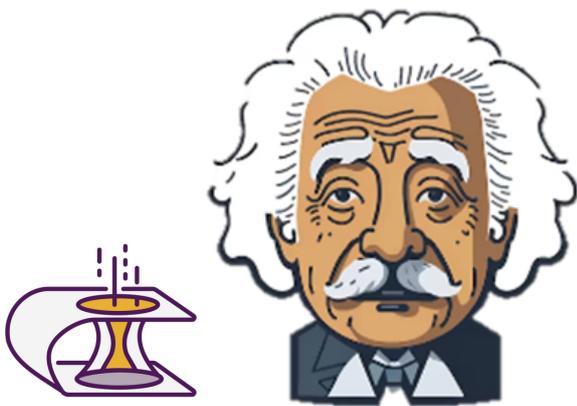
colaboradores de Wikipedia. (2024, 5 noviembre). Erwin Schrödinger. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Erwin_Schr%C3%B6dinger

Heisenberg



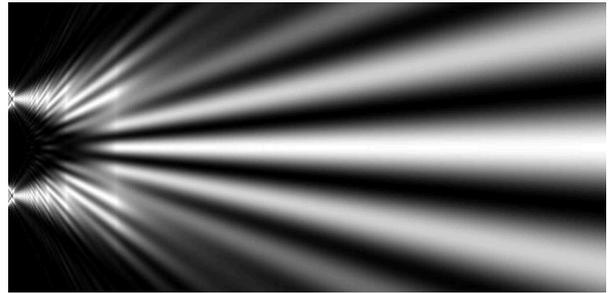
colaboradores de Wikipedia. (2024, 5 noviembre). Erwin Schrödinger. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Erwin_Schr%C3%B6dinger

La naturaleza no determinista de la mecánica cuántica que describe esta interpretación, el significado del colapso de la función de onda y el papel de la medición sobre los sistemas observados, entre otras implicaciones, generaron gran desconcierto dentro de la comunidad científica y fueron motivo de muchos debates.



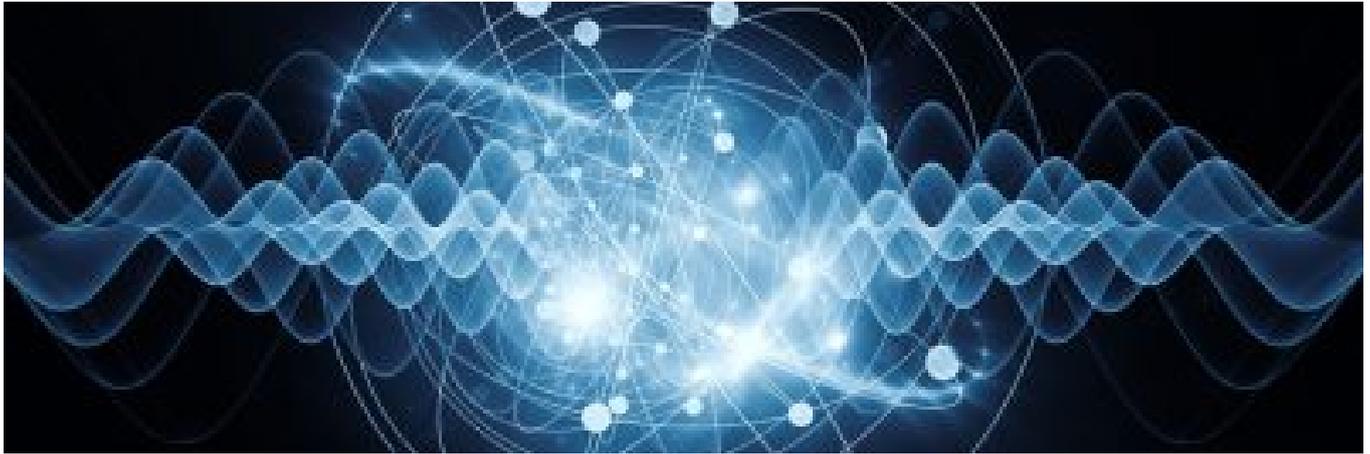
Flaticon. (s. f.). Flaticon. <https://www.flaticon.es/resultados?word=matematicas&color=color&color=violet>

Albert Einstein, por ejemplo, consideraba que la mecánica cuántica, aunque conduce a predicciones correctas, era una teoría incompleta y estaba inconforme con su naturaleza indeterminista y no local (Einstein et al., 1935). Estos debates dieron lugar a la formulación de múltiples interpretaciones alternativas que buscaban subsanar los aspectos más controversiales de la interpretación de Copenhague o dar una explicación más natural.



Flaticon. (s. f.). Flaticon. <https://www.flaticon.es/resultados?word=matematicas&color=color&color=violet>

Una interpretación alterna sugiere que una versión determinista de la mecánica cuántica podría describirse en términos de variables ocultas en adición a la función de onda, de modo que el comportamiento preciso de un sistema cuántico estaría completamente determinado. Un ejemplo de esta clase de interpretación es la teoría onda-piloto presentada por Louis de Broglie y extendida por David Bohm (1952). En esta teoría, las variables ocultas son las posiciones de las partículas que conforman el sistema, y cuyas velocidades están determinadas completamente por la función de onda, regida por la ecuación de Schrödinger. Aunque se plantea como una descripción determinista, los resultados de mediciones en términos de probabilidades, comparables a los obtenidos en la interpretación estándar, están relacionados con la imposibili -



Efe. (2021, 5 diciembre). En el mundo cuántico el tiempo no fluye como se podría esperar. www.elsiglodetorreon.com.mx.
<https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/2021/en-el-mundo-cuatico-el-tiempo-no-fluye-como-se-podria-esperar.html>

dad de especificar con precisión las posiciones iniciales del sistema de partículas. La interpretación de Múltiples-Mundos, propuesta por Hugh Everett (1957), sugiere que la función de onda determina completamente el estado del sistema, pero el colapso de la función de onda no ocurre. En lugar de ello, todos los resultados posibles tras realizar una medición sobre el sistema realmente suceden, pero en diferentes ramas del universo. Cada resultado posible corresponde a un universo separado y aislado.



Coorc. (2017, 4 septiembre). Hugh Everett III (1930 – 1982). GPET Física.
<https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/09/04/hugh-everett-iii-1930-1982/>

Aunque esta visión es determinista, local y logra evadir el problema de la medición presente en la interpretación de Copenhague, la idea de un universo que se ramifica constantemente no ha tenido una recepción del todo favorable. Otra clase de interpretaciones son los modelos de Colapso Espontáneo, en los que se propone que el colapso de la función de onda es un proceso físico real, que puede ocurrir incluso en ausencia de una medición. La primera interpretación de esta clase fue expuesta por Ghirardi, Rimini y Weber (1986b). Según esta teoría la probabilidad de un colapso espontáneo se incrementa con el número de partículas de un sistema. Esta propiedad provee una transición natural entre el régimen cuántico y el clásico.