



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA**
Unidad Iztapalapa

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Servicio Social

“Apoyo a la investigación en interpretaciones de la mecánica cuántica”
ICSH0001127

El papel de la consciencia humana en el experimento pensado del Amigo de Wigner.

Realizado por: Alfonzo Mendez Hector

Matrícula: 2193021262

Asesor: Dr. Miguel Angel Bastarrachea Magnani

28 de enero de 2025

Iztapalapa, Ciudad de México

El papel de la consciencia humana en el experimento pensado del Amigo de Wigner.

Alfonzo Mendez Hector

División de Ciencias Sociales y Humanidades

Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa (México)

hectoralfonzo77@gmail.com

El papel de la consciencia humana en el experimento pensado del Amigo de Wigner.

1. Introducción.
 2. El amigo de Wigner.
 - 2.1. Para comprender el experimento del Amigo de Wigner.
 3. La interpretación de muchos mundos.
 4. Reflexiones Filosóficas en torno el observador y la realidad.
 - 4.1. El problema de la observación.
 5. Relación entre la realidad y la observación.
 6. ¿Quiénes se han agregado al debate del experimento mental del amigo de Wigner?
 7. Determinismo vs. Indeterminismo en la Mecánica Cuántica.
 8. Implicaciones para la Realidad y el Universo Cuántico.
 - 8.1. El conocimiento como entidad cuántica en superposición.
 - 8.2. La Perspectiva del Colapso de la Medida Cuántica.
 - 8.3. La Relación Observador-Mundo.
 - 8.4. Cuestiones Filosóficas sobre la Naturaleza de la Mente y la Conciencia.
 9. Conclusiones.
- Referencias.

El papel de la consciencia humana en el experimento del Amigo de Wigner

1. Introducción

La mecánica cuántica, una de las teorías fundamentales en la física moderna, ha sido durante mucho tiempo fuente de discusión y debate filosófico debido a sus implicaciones profundas y a menudo desconcertantes sobre la naturaleza de la realidad y la relación entre el observador y el sistema cuántico. Uno de los experimentos mentales más intrigantes en este contexto es el "Amigo de Wigner", propuesto por el físico Eugene Wigner en la década de 1960. (Wigner, Eugene P. 1961 p. 295.)

El experimento mental del Amigo de Wigner es una extensión del experimento mental del gato de Schrödinger que explora el papel de la consciencia humana en la mecánica cuántica.

El experimento del gato de Schrödinger tiene su origen en un debate fundamental sobre la interpretación de la mecánica cuántica, particularmente en torno a los conceptos de superposición cuántica y el colapso de la función de onda. Propuesto en 1935 por Erwin Schrödinger, uno de los pioneros de la mecánica cuántica, este experimento mental fue diseñado como una metáfora para ilustrar lo que él consideraba un problema en la interpretación de Copenhague, defendida por físicos como Niels Bohr y Werner Heisenberg.

En la mecánica cuántica, los sistemas pueden existir en una superposición de estados, es decir, en múltiples configuraciones simultáneamente, hasta que se realiza una medición. Por ejemplo, una partícula puede ocupar dos posiciones diferentes o tener dos energías distintas al mismo tiempo. Según la interpretación de Copenhague, la función de onda, que describe esta superposición, "colapsa" a un único resultado definido cuando es observada. Ya sea por un aparato de medición o por un observador consciente. Esto implica que la realidad cuántica, en cierta medida, depende de la observación.

Schrödinger no estaba del todo cómodo con la idea de que la observación definiera la realidad. Para él, la mecánica cuántica debía ser coherente no solo en el ámbito microscópico, sino también cuando se aplicaba a sistemas macroscópicos. Para ilustrar esta

aparente paradoja, ideó el famoso experimento mental del gato en la caja.

El propósito original del experimento era resaltar lo absurdo de aplicar la interpretación de Copenhague a sistemas macroscópicos. Según las reglas cuánticas, si un sistema puede existir en una superposición de estados, entonces un gato encerrado en una caja sellada podría estar simultáneamente vivo y muerto hasta que alguien abriera la caja y observara su estado. En el experimento, el destino del gato está acoplado al resultado de un evento cuántico microscópico: la desintegración de un átomo radiactivo. Si el átomo se desintegra, un mecanismo libera veneno que mata al gato; si no, el gato sigue vivo. Este vínculo entre lo cuántico y lo macroscópico plantea preguntas fundamentales sobre cómo los eventos cuánticos afectan al mundo visible y cómo la realidad puede depender de un acto de observación.

A través de esta paradoja, Schrödinger buscaba subrayar las limitaciones y contradicciones inherentes de la interpretación de Copenhague, abriendo la puerta a una discusión más amplia sobre la naturaleza de la realidad y el papel del observador en la física cuántica. Su experimento pensado sigue siendo una herramienta clave para explorar el límite entre los mundos microscópico y macroscópico, así como para cuestionar las bases mismas de nuestra comprensión de la mecánica cuántica.

En el experimento del gato de Schrödinger, un gato se coloca en una caja sellada junto con un átomo radiactivo, una ampolla de veneno y un detector de radiación. El átomo radiactivo tiene un 50% de probabilidades de desintegrarse en la siguiente hora. Si el átomo se desintegra, el detector de radiación activará un interruptor que romperá la ampolla de veneno, matando al gato. (Schrödinger, Erwin. 1935 p 152-167)

Según la interpretación de Copenhague, antes de medir su estado, tanto el átomo como el gato se encuentran en un estado de superposición cuántica. Esto implica que el átomo está simultáneamente desintegrado y no desintegrado, mientras que el gato está vivo y muerto al mismo tiempo. Aceptar esta superposición cuántica, como propone la interpretación de Copenhague, desafía las nociones tradicionales de realidad y plantea preguntas fundamentales sobre cómo entendemos el mundo a nivel físico y filosófico.

En el ámbito de las partículas subatómicas, la superposición cuántica es un fenómeno bien documentado y aceptado: una partícula puede existir en múltiples estados simultáneamente hasta que se realiza una medición. Sin embargo, cuando se traslada esta idea al mundo macroscópico, como en el caso del gato de Schrödinger, surgen paradojas. Según esta interpretación, el gato está tanto vivo como muerto antes de que alguien abra la caja para observarlo. Esta idea contradice nuestra experiencia cotidiana, donde los objetos macroscópicos parecen tener estados bien definidos, y plantea una pregunta inquietante: ¿cómo puede algo tan tangible como un gato existir en dos estados al mismo tiempo? Esto pone de manifiesto una laguna conceptual en la interpretación de Copenhague: no está claro cómo la superposición cuántica de un sistema microscópico, como el átomo, se traduce en un estado definido en un sistema macroscópico, como el gato.

Además, el experimento pone en el centro de la discusión el papel del observador. Según la interpretación de Copenhague, la función de onda colapsa en un estado definido únicamente cuando se realiza una observación. Esto implica que, en el caso del gato, su estado de vida o muerte no está determinado hasta que alguien abre la caja y lo observa. Pero esto plantea un problema adicional: ¿qué se entiende por "observación"? ¿Es necesario un observador humano consciente para colapsar la función de onda, o basta con un aparato de medición? Y si el gato es un ser vivo, ¿es su percepción consciente suficiente para definir su propio estado? Estas preguntas revelan la ambigüedad de la interpretación de Copenhague y resaltan la dificultad de aplicarla a sistemas complejos como los seres vivos.

Por último, este experimento pensado toca un aspecto aún más profundo: la naturaleza de la realidad. La idea de que el estado del gato no está definido antes de ser observado implica que la realidad no es objetiva, sino dependiente de la observación. En otras palabras, el mundo físico no tendría un estado bien definido hasta que alguien lo perciba. Este planteamiento choca con las concepciones tradicionales de la realidad, que asumen que los objetos existen de forma independiente de nuestras percepciones. Además, plantea preguntas epistemológicas fundamentales: si el estado del gato depende de nuestra observación, ¿hasta qué punto podemos conocer la realidad tal como es, sin que nuestra

percepción interfiera en su definición?

En última instancia, el problema de la superposición cuántica en el experimento del gato de Schrödinger no es simplemente técnico, sino una paradoja que desafía nuestras nociones más básicas sobre el mundo. Nos enfrenta a preguntas fundamentales sobre la relación entre lo cuántico y lo macroscópico, el papel del observador en la construcción de la realidad y la posibilidad misma de conocer un mundo objetivo. Resolver este dilema exige no solo avanzar en nuestras teorías científicas, sino también repensar nuestras concepciones filosóficas sobre el universo y nuestra relación con él.

2. El amigo de Wigner.

Por otra parte, el experimento mental de Wigner involucra a dos personas, él mismo y su amigo, desarrollándose el escenario de la siguiente manera:

- Wigner tiene un amigo que se encuentra en un laboratorio cerrado y aislado.
- El amigo de Wigner realiza un experimento en el que un sistema cuántico, como un electrón, se encuentra en un estado de superposición, lo que significa que está en varios estados a la vez hasta que se mida.
- Pero Wigner, que está fuera del laboratorio, no tiene conocimiento de lo que está ocurriendo dentro del laboratorio de su amigo.
- Cuando el amigo de Wigner realiza una medición en el sistema cuántico, colapsa la superposición en uno de los estados posibles. Según la mecánica cuántica, este colapso ocurre cuando se realiza la medición.
- Pero Wigner que está fuera del laboratorio, no sabe el resultado de la medición de su amigo.

En el experimento del Amigo de Wigner, Wigner se imagina que él mismo es el amigo del gato. Wigner está en una habitación separada de la caja del gato, y no puede ver lo que está sucediendo dentro. Sin embargo, Wigner sabe que el gato y el átomo están en un estado de superposición cuántica.

Wigner decide medir el estado del átomo radiactivo. Para ello, abre una puerta de comunicación entre su habitación y la caja del gato. Si el detector de radiación está activado, Wigner sabe que el átomo se desintegró y que el gato está muerto. Si el detector de radiación no está activado, Wigner sabe que el átomo no se desintegró y que el gato está vivo.

Según la mecánica cuántica, el estado del átomo colapsa cuando Wigner mide su estado. Esto significa que el gato también colapsa a un estado determinado, ya sea vivo o muerto. Sin embargo, hay una paradoja en este experimento. Antes de que Wigner abra la puerta de comunicación, el gato y el átomo están en un estado de superposición cuántica. Esto significa que el gato y el átomo están tanto vivos como muertos al mismo tiempo.

Si el gato y el átomo están tanto vivos como muertos al mismo tiempo, entonces ¿cómo puede Wigner saber que el gato y el átomo están vivos o muertos cuando abre la puerta de comunicación? La respuesta de Wigner es que la consciencia humana es necesaria para el colapso de la función de onda. En otras palabras, Wigner crea la realidad del gato y el átomo a través de su propia consciencia.

Esta idea es muy radical, y ha sido objeto de debate durante muchos años. Algunos físicos sostienen que la consciencia humana no es necesaria para el colapso de la función de onda. Otros físicos sostienen que la idea de que la consciencia humana crea la realidad es una idea muy atractiva.

Independientemente de la respuesta que se dé a esta pregunta, el experimento del Amigo de Wigner es un experimento mental muy interesante que nos obliga a pensar de manera diferente sobre la naturaleza de la realidad. Si seguimos el razonamiento cuántico, hasta que Wigner entre al laboratorio y se entere del resultado, su conocimiento parece estar en una superposición de posibles resultados. Esto plantea preguntas profundas sobre la naturaleza de la medida y la relación entre el observador y el sistema cuántico. ¿Está Wigner también en un estado de superposición de conocimiento? ¿O su entrada al laboratorio y su adquisición de información colapsan su conocimiento a un estado

específico?

El experimento mental del Amigo de Wigner junto con el de El Gato de Schrodinger son un ejemplo fascinante de cómo la mecánica cuántica desafía nuestras intuiciones sobre la realidad y la observación. Ambos plantean cuestiones sobre la naturaleza de la medición en la mecánica cuántica y la relación entre el observador y el sistema cuántico. A medida que continuamos explorando las implicaciones filosóficas de esta teoría, seguimos buscando una comprensión más profunda de la realidad en el mundo cuántico y de nuestra propia posición en él; mientras que el experimento del gato de Schrödinger pone de relieve la aparente contradicción de extender el comportamiento cuántico a nuestro mundo cotidiano, el experimento del amigo de Wigner plantea directamente el dilema de la subjetividad de la observación: ¿quién ve realmente el colapso? ¿El amigo que hace la medición o también aquel que se encuentra fuera, mirando de lejos y sin tener acceso al resultado? Así, los dos experimentos mentales tocan distintos ángulos del mismo problema: qué es la medición cuántica, cómo y cuándo ocurre el colapso, y hasta dónde interviene nuestra conciencia en todo este proceso. El experimento mental del amigo de Wigner ha sido discutido en la filosofía de la física y ha llevado a debates sobre la interpretación de la mecánica cuántica, incluyendo la interpretación de Copenhague y la interpretación de muchos mundos.

2.1 Para comprender el experimento del Amigo de Wigner

Primero, es esencial considerar dos conceptos clave de la mecánica cuántica: la *superposición* y el *colapso de la función de onda*. La superposición implica que un sistema cuántico puede existir en múltiples estados simultáneamente hasta que se realice una medición. Este concepto desafía nuestra intuición, ya que va en contra de la experiencia cotidiana en la que los objetos parecen tener una ubicación y un estado definidos. El colapso de la función de onda, por otro lado, se refiere al cambio abrupto de la superposición de estados a un estado único y definido cuando se realiza una medición. La mecánica cuántica no ofrece una explicación completa de por qué ocurre este colapso, lo que ha llevado a diversas interpretaciones y debates filosóficos.

La interpretación de Copenhague, sugiere que el colapso de la función de onda es un

proceso objetivo que ocurre como consecuencia de una medición. Este colapso no depende de un observador consciente, sino del acto mismo de medir, que interactúa con el sistema cuántico y lo lleva a adoptar un estado definido entre las posibilidades descritas por la función de onda. Según esta interpretación, Wigner no estaría en un estado de superposición de conocimiento, sino que la superposición cuántica del sistema colapsaría objetivamente al realizarse la medición, independientemente de que Wigner conozca o no el resultado de su amigo. Sin embargo, persisten interrogantes fundamentales sobre la naturaleza del proceso de medición y el papel del observador en los sistemas cuánticos.

3. La interpretación de muchos mundos

Por otro lado, la interpretación de muchos mundos, sugiere que cada posible resultado de una medición ocurre en una rama diferente del universo, y todos estos resultados son igualmente reales. En este marco, Wigner entraría al laboratorio y encontraría que su amigo ha medido un resultado particular, pero en una rama del universo, podría encontrar un resultado diferente. Esta interpretación ofrece una solución al problema del colapso, pero plantea la cuestión de la naturaleza de las múltiples realidades resultantes. En términos ontológicos, la interpretación de muchos mundos postula que cada una de estas ramas tiene la misma existencia que nuestro universo observable; no hay un "colapso" que privilegie un solo resultado como el único real. Así, cada posibilidad cuántica se desarrolla plenamente en una versión distinta del universo, donde observadores separados experimentan diferentes desenlaces. (DeWitt, Bryce S., y Neill Graham, eds. 1973. p. 161.)

Desde una perspectiva matemática, estas múltiples realidades emergen como una consecuencia natural de las ecuaciones de la mecánica cuántica, sin necesidad de introducir el acto de la medición como un mecanismo especial que determina un único resultado. Las soluciones de la ecuación de Schrödinger incluyen todas las posibles evoluciones de un sistema cuántico, lo que implica que cada resultado coexiste en una superestructura más amplia de la realidad. Sin embargo, esto no implica necesariamente que todas las ramas sean físicamente accesibles entre sí. La teoría no permite que los observadores viajen o interactúen con otras versiones de sí mismos en distintas ramas del universo, lo que las convierte en realidades completamente aisladas.

Desde un punto de vista epistemológico, la interpretación de muchos mundos implica que solo experimentamos un camino específico dentro de esta vasta red de realidades. Para un observador individual, parece que la función de onda colapsa en un resultado definido, pero en realidad, este observador se divide en múltiples copias, cada una experimentando una versión diferente del desenlace. Aunque cada una de estas versiones es igualmente real dentro del marco de la teoría, cada observador solo puede tener acceso a la línea de tiempo que sigue su propia percepción, sin posibilidad de confirmar la existencia de las demás ramas.

Esta interpretación de la cuántica fue desarrollada por el físico Hugh Everett III en 1957 como una alternativa a la interpretación de Copenhague, con la intención de eliminar la necesidad del colapso de la función de onda y ofrecer una explicación más coherente y objetiva de los fenómenos cuánticos. Su idea principal es que todos los resultados posibles de un evento cuántico realmente ocurren, pero en universos diferentes, lo que da lugar a una "multiverso" de realidades paralelas. (Everett, Hugh III. 1957. p. 460.) Según esta interpretación, la función de onda que describe cualquier sistema cuántico no colapsa, como postula la interpretación de Copenhague. En lugar de eso, evoluciona de manera determinista conforme a la ecuación de Schrödinger. Cuando un sistema interactúa con su entorno o con un aparato de medición, el universo entero se "divide" en múltiples ramas, cada una representando uno de los posibles resultados del experimento. En estas ramas, cada estado cuántico y cada observador existen simultáneamente, pero sin interactuar entre sí. Por ejemplo, en el famoso experimento del gato de Schrödinger, habría un universo donde el gato está vivo y otro donde está muerto, y ambos son igualmente reales.

Esta interpretación elimina la necesidad de un colapso subjetivo de la función de onda y el papel especial de un observador consciente. En cambio, el observador es tratado como parte del sistema cuántico, lo que significa que su conciencia también se "ramifica" junto con el universo. Así, para cada posible resultado de un experimento, existe una versión del observador que experimenta ese resultado específico. Una de las ventajas más importantes de la interpretación de muchos mundos es que evita introducir procesos mal definidos,

como el colapso de la función de onda, que suelen ser difíciles de reconciliar con la matemática de la mecánica cuántica. En este marco, la evolución del sistema es completamente coherente con la ecuación de Schrödinger, lo que hace a esta interpretación atractiva desde el punto de vista teórico. Además, resuelve paradojas como la del gato de Schrödinger, ya que no hay necesidad de que un observador consciente defina el estado del gato; ambos estados existen en diferentes ramas del multiverso.

Sin embargo, la interpretación de muchos mundos enfrenta críticas importantes. Una de las principales objeciones es su falta de verificabilidad, ya que las ramas del universo son inobservables e inaccesibles entre sí. Esto plantea problemas filosóficos sobre la naturaleza de la realidad y la existencia de un número potencialmente infinito de universos. Además, aunque la interpretación justifica la aparición de probabilidades mediante la regla de Born, aún no explica de manera completamente satisfactoria por qué experimentamos estas probabilidades de forma subjetiva en un universo determinista.

A pesar de estas críticas, la interpretación de muchos mundos ha ganado popularidad, especialmente desde los años setenta, gracias a físicos como Bryce DeWitt y David Deutsch, quienes revitalizaron su estudio. Es una propuesta audaz que reconfigura nuestra comprensión de la realidad, planteando un universo compuesto por una red infinita de mundos paralelos, cada uno tan real como el que experimentamos. La interpretación de muchos mundos aborda esta paradoja de una manera radical pero coherente. Según esta interpretación, no hay colapso de la función de onda en absoluto. Cuando el amigo de Wigner realiza la medición, el universo se "divide" en dos ramas: en una, el gato está vivo y el amigo registra este resultado; en la otra, el gato está muerto y el amigo observa eso. Ambos resultados existen simultáneamente en universos paralelos.

Desde la perspectiva de Wigner, el sistema que incluye al amigo y al gato también está en una superposición cuántica hasta que él mismo interactúa con el sistema. En ese momento, el universo vuelve a ramificarse: en una rama, Wigner encuentra que su amigo observó un gato vivo, y en la otra, encuentra que su amigo vio un gato muerto. Cada observador experimenta una realidad consistente dentro de su propia rama del multiverso, y no hay

necesidad de postular un observador consciente que cause el colapso.

Esta visión resuelve el problema filosófico planteado por Wigner, ya que elimina la subjetividad del colapso y lo reemplaza con una descripción objetiva y determinista de la evolución del sistema cuántico. Además, pone en igualdad de condiciones a todos los observadores: tanto el amigo como Wigner son tratados como partes de un sistema cuántico mayor, sin necesidad de dar prioridad a un observador externo o consciente. La interpretación de muchos mundos, por tanto, reinterpreta el experimento del amigo de Wigner no como una paradoja, sino como un ejemplo de cómo los sistemas cuánticos evolucionan y ramifican en múltiples realidades. Cada observador vive una experiencia única dentro de una rama del multiverso, y aunque las diferentes ramas no interactúan entre sí, todas son igualmente reales. Esto redefine nuestra concepción de la realidad, sugiriendo que la superposición no es algo que "se resuelve" con la observación, sino una característica fundamental de un universo cuántico que se desdobra constantemente.

En la **interpretación de muchos mundos**, las múltiples ramas del universo no poseen una realidad ontológica absoluta en el sentido clásico. Esta interpretación redefine la noción de realidad, otorgando a cada rama una existencia que es relativa al marco de observación de los sistemas que habitan esa rama. La clave está en que, aunque las ramas se tratan como formalmente reales en el marco matemático de la teoría, no son "realidades absolutas" en el sentido de que un observador dentro de una rama no tiene acceso ni interacción con las demás ramas. Desde la perspectiva del amigo, él habita un universo en el que ve un resultado concreto (por ejemplo, el gato vivo), y esa es la única realidad que experimenta. Para Wigner, que no ha observado aún el sistema, el estado cuántico global incluye a ambas ramas, pero su experiencia también se limitará a una de ellas cuando finalmente haga una observación.

4. Reflexiones Filosóficas en torno el observador y la realidad.

El experimento pensado del Amigo de Wigner pone de manifiesto la profunda influencia que la observación tiene en la realidad cuántica y, al hacerlo, cuestiona la idea de una realidad objetiva y independiente de la observación.

Durante siglos, hemos asumido que la realidad es algo que existe independientemente de nosotros. Sin embargo, los experimentos mentales de la física cuántica, como el experimento del gato de Schrödinger y el experimento del amigo de Wigner, sugieren que esta suposición puede ser incorrecta. La idea de que la realidad pueda o no ser objetiva ha fascinado y desconcertado tanto a filósofos como a científicos. Para comprender este debate, es fundamental abordar qué significa que la realidad sea "objetiva" y qué rol juega el concepto de "observación"

Cuando se habla de una realidad objetiva, se alude a la existencia de un mundo que opera y tiene propiedades definidas independientemente de cualquier observador. En este marco, los hechos son absolutos y universales; su validez no depende de perspectivas individuales. Por ejemplo, un evento como la caída de un árbol en un bosque ocurre de manera independiente, incluso si nadie está presente para presenciarlo. (Popper, Karl. 1972. p. 112.) Esta concepción está enraizada en el realismo clásico, donde se considera que los objetos y sus propiedades existen en una realidad externa, completamente desvinculada de la percepción humana. (Searle, John R. 1995. p. 153.)

En contraste, la posibilidad de que la realidad no sea objetiva implica que lo que llamamos "realidad" depende intrínsecamente del acto de observación. Aquí, los eventos y los estados del mundo no están determinados hasta que un observador interactúa con ellos. Esta visión encuentra sustento en la mecánica cuántica, donde un sistema puede existir en una superposición de estados hasta que una medición concreta lo colapsa en un estado definido. Por ejemplo, un electrón puede ocupar múltiples posiciones simultáneas hasta que se realiza una observación para determinar su ubicación. Esto plantea una realidad mucho más fluida, donde diferentes observadores podrían experimentar estados distintos del mismo sistema.

4.1 El problema de la observación

El concepto de "observación" es clave en este debate y su significado varía dependiendo del contexto. En el sentido clásico, observar se refiere simplemente a percibir algo a través de los sentidos o mediante instrumentos, asumiendo que las propiedades de los objetos observados ya existen antes de ser percibidas. Sin embargo, en mecánica cuántica, la

observación tiene un significado mucho más técnico y profundo. Aquí, observar implica la interacción de un sistema cuántico con un aparato de medición o con el entorno, lo que provoca el colapso de la función de onda. Antes de esta interacción, el sistema está descrito por una superposición de todos los estados posibles. El acto de observar define, literalmente, qué estado se manifiesta.

Por lo cual, la relación entre realidad y observación se convierte en el eje central de este debate. Si la realidad es objetiva, entonces los hechos del mundo son independientes de quien los observe. Si no lo es, el acto de observar no solo revela lo que ya existe, sino que define lo que existe. Este cambio de paradigma, respaldado por la mecánica cuántica, desafía nuestra intuición clásica y nos obliga a replantear qué entendemos por "realidad".

¿Qué sucede si no existe una realidad objetiva, independiente del observador? Si no existe una realidad objetiva, entonces ¿cómo podemos saber qué es real? Esta es una pregunta difícil de responder. Sin embargo, hay algunas cosas que podemos hacer para intentar comprender mejor la naturaleza de la realidad.

Una forma de abordar esta pregunta es a través de la filosofía. Los filósofos han estado reflexionando sobre la naturaleza de la realidad durante siglos. Hay muchas diferentes teorías filosóficas sobre la realidad, y no hay una respuesta única que todos los filósofos estén de acuerdo. Las implicaciones filosóficas de la idea de que la realidad no puede existir sin observación son profundas. Si esta idea es correcta, entonces significa que: El mundo no es un lugar fijo y determinado, sino que está en constante cambio por lo que la realidad no es algo que se nos impone, sino que es algo que nosotros mismos creamos, mientras que la verdad no es algo que existe independientemente de nosotros, sino que es algo que nosotros mismos construimos. Estas implicaciones son desafiantes para nuestras creencias tradicionales sobre la naturaleza del mundo y la verdad. Sin embargo, también son estimulantes, ya que nos invitan a pensar de manera diferente sobre el mundo que nos rodea.

5. Relación entre la realidad y la observación

La relación entre la realidad y la observación ha sido objeto de reflexión por parte de

muchos filósofos, quienes han explorado cómo la percepción humana influye en la comprensión del mundo. Si aceptamos que la realidad depende de la observación, entonces podríamos concluir que no existe una realidad objetiva independiente de nosotros. Esta idea implica que cada individuo crea su propia realidad a través de su interacción con el mundo, lo que ha generado debates y críticas en el ámbito filosófico.

Uno de los primeros pensadores en abordar esta cuestión fue George Berkeley (1685-1753), quien desarrolló la teoría del idealismo subjetivo. Según Berkeley, la realidad es una construcción de la mente, y los objetos no pueden existir independientemente de la percepción. Para él, "ser es ser percibido", lo que significa que la existencia de las cosas depende de su observación por parte de un sujeto. (Berkeley, George. 1710 p. 25.) En este sentido, su filosofía resuena con la interpretación de la mecánica cuántica que sostiene que el acto de observación define la realidad. En el contexto del experimento del amigo de Wigner, se podría decir que el estado del sistema cuántico (por ejemplo, la polarización de un fotón) no tiene existencia objetiva hasta que el amigo dentro del laboratorio lo observa. Para Berkeley, este acto de percepción crea literalmente la realidad del sistema cuántico. Sin embargo, Berkeley también introduce la idea de Dios como un observador universal que garantiza la existencia de la realidad incluso cuando no hay observadores humanos. (Berkeley, George. 1713. p. 90.) En un contexto cuántico, esto plantea preguntas sobre si existe algún tipo de "observador absoluto" que colapsa todas las superposiciones cuánticas, independientemente de los observadores locales.

Más adelante, Immanuel Kant (1724-1804) propuso el idealismo trascendental, una perspectiva que reconoce que la realidad es también una construcción de la mente, pero condicionada por la estructura inherente de esta. Según Kant, la mente humana organiza la experiencia en categorías fundamentales como el espacio, el tiempo y la causalidad, lo que permite interpretar el mundo, aunque nunca conocerlo en su totalidad. (Kant 1998, 136)

En el contexto cuántico, esto puede relacionarse con la idea de que las mediciones que realizamos están condicionadas por la forma en que nuestra mente (y nuestros instrumentos) organizan y perciben el mundo. Por ejemplo, cuando el amigo de Wigner

mide el estado de un sistema cuántico, su percepción del estado del sistema está estructurada por estas categorías. Para Kant, sin embargo, hay un límite en nuestro conocimiento: lo que él denomina "noumeno" no es algo de lo que podamos tener conocimiento positivo, sino una idea límite de lo que está más allá de nuestra experiencia sensible. Esto se alinea con la noción de que el sistema cuántico puede tener una realidad subyacente (quizás descrita por la función de onda o algo más fundamental) que permanece inaccesible hasta que interactuamos con ella a través de la observación.

Posteriormente, Arthur Schopenhauer (1788-1860) introdujo el concepto del idealismo objetivo, que combina elementos del pensamiento de Kant y Berkeley. Para Schopenhauer, aunque la realidad está influenciada por las categorías y conceptos de la mente, esta también está condicionada por la naturaleza de la realidad misma. Así, el mundo se percibe a través de un filtro subjetivo, pero conserva aspectos de su esencia objetiva. (Schopenhauer, Arthur. 1818. p. 55.) Schopenhauer plantea que la realidad es una construcción de la mente, pero que está condicionada por la naturaleza de la realidad misma. En términos cuánticos, esto podría interpretarse como una conciliación entre la subjetividad del observador y la objetividad de la naturaleza cuántica. El estado cuántico en superposición podría verse como la "realidad objetiva" que existe independientemente de nosotros, pero solo se nos revela a través de un filtro mental y conceptual. En el experimento del amigo de Wigner, Schopenhauer podría argumentar que tanto el amigo dentro del laboratorio como Wigner están percibiendo la realidad a través de sus propios filtros, pero que estos filtros están conectados a una naturaleza subyacente de la realidad (la función de onda global del sistema). Esto explicaría por qué los dos observadores pueden tener percepciones aparentemente contradictorias de la realidad (el colapso del sistema para el amigo frente a la superposición para Wigner).

Finalmente, Ludwig Wittgenstein (1889-1951) aportó una perspectiva distinta con su enfoque del realismo pragmático. Según Wittgenstein, aunque la realidad es independiente de la mente, solo podemos acceder a ella a través de la observación y el lenguaje. En su visión, la realidad se construye en parte a través de nuestras interacciones con ella, pero esta construcción está anclada en algo externo y tangible. (Wittgenstein, Ludwig. 1953 p. 19.) En el contexto cuántico, esto puede interpretarse como una afirmación de que los

estados cuánticos tienen una existencia objetiva, pero nuestro acceso a ellos está mediado por el acto de observación y por los marcos conceptuales que usamos para describirlos. En el experimento del amigo de Wigner, Wittgenstein podría señalar que tanto el amigo como Wigner acceden a una realidad objetiva, pero que sus descripciones de esa realidad (y, por lo tanto, su comprensión de ella) están limitadas por los marcos conceptuales que emplean. Esto sugiere que la "paradoja" entre sus diferentes observaciones no es tanto un problema de la realidad misma, sino de los lenguajes y conceptos que usamos para interpretarla.

A pesar de sus diferencias, estos filósofos coinciden en que la realidad no puede ser conocida de manera completamente independiente de la observación. Sus teorías han sentado las bases para una reflexión profunda sobre la naturaleza de la existencia y la percepción humana.

6. ¿Quiénes se han agregado al debate del experimento mental del amigo de Wigner?

Uno de los temas más debatidos es el experimento mental de Wigner y las diversas interpretaciones de la mecánica cuántica que ha inspirado. Entre los principales contribuyentes al debate se encuentran figuras como John Bell, conocido por su teorema que explora la no localidad y el entrelazamiento cuántico. Bell cuestionó las interpretaciones que otorgaban un papel central al observador consciente y promovió la idea de una realidad objetiva e independiente del observador. (Bell, John S. 1987 p. 67.)

David Bohm, con su interpretación de variables ocultas, introdujo la idea de una realidad subyacente y determinista, donde las partículas son guiadas por un "campo piloto". Esta visión también prescinde del colapso dependiente de la observación, sugiriendo una mecánica cuántica más consistente con un realismo objetivo. (Bohm, David. 1980. p. 130.) Bohm propuso la teoría del universo holofónico, que sostiene que la realidad es una totalidad indivisible, y que la observación no es algo que ocurre en un momento determinado, sino que es una función continua de la realidad. (Bohm, David. 1980. p. 48.)

Si esta concepción es correcta, entonces la realidad se vuelve inherentemente subjetiva, moldeada por nuestra percepción e interacción. En este escenario, la realidad que vivimos no es una entidad fija e independiente de nosotros, sino un proceso continuo que construimos a medida que interactuamos con el entorno. En particular, significa que de tratarse como subjetiva entonces no existe una sola realidad que todos experimentemos de la misma manera. Cada individuo crea su propia realidad a través de su propia experiencia y perspectiva; por otra parte, si la realidad es maleable, entonces no sería fija, sino que puede cambiar a medida que cambia nuestra interacción con ella. Por ejemplo, si aprendemos algo nuevo sobre el mundo, nuestra comprensión de la realidad puede cambiar.

La realidad es creativa. La realidad no es simplemente una copia de algo que existe independientemente de nosotros. La realidad es algo que nosotros mismos creamos a través de nuestra imaginación y creatividad.

El físico Roger Penrose exploró una conexión diferente, proponiendo que la gravedad cuántica podría desempeñar un papel en el colapso de la función de onda, lo que apuntaría a una realidad objetiva más allá del observador consciente. Sin embargo, aunque se mostró escéptico sobre la dependencia de la conciencia en la mecánica cuántica, dejó abierta la posibilidad de una relación más compleja entre ambos. (Penrose, Roger. 1994. p. 338.)

Carlo Rovelli, defensor de la interpretación relacional de la mecánica cuántica, plantea que las propiedades cuánticas no son absolutas, sino relativas al observador. Aunque su enfoque reconoce la interacción del observador con el sistema, no requiere de la conciencia para explicar el colapso de la función de onda, lo que lo distancia de las interpretaciones más tradicionales. (Rovelli, Carlo. 2017 p. 211.)

Frente a estas posturas, la interpretación de Wigner sostiene que la conciencia del observador es crucial para el colapso de la función de onda, una idea respaldada por algunos físicos y filósofos. Por ejemplo, John von Neumann, en su obra *The Mathematical Foundations of Quantum Mechanics (1932)*, sugirió que la medición cuántica implica una serie de eventos que culminan en la conciencia del observador. Aunque no lo afirmó de

manera explícita, dejó abierta la posibilidad de que la mente consciente juegue un papel esencial. (von Neumann, John. 1955. p. 418.)

En un enfoque más contemporáneo, Henry Stapp defendió la idea de que la conciencia está intrínsecamente conectada con el colapso cuántico, alineándose con la visión de Wigner. Siguiendo la línea de pensamiento de Eugene Wigner y John von Neumann, Stapp argumenta que la mente no es simplemente un observador pasivo, sino que participa directamente en la transición de estados cuánticos a estados físicos concretos. Según su propuesta, el problema de la medición en mecánica cuántica, que se refiere a cómo y por qué una superposición de estados colapsa en una realidad definida cuando es observada, no puede resolverse sin considerar el papel de la conciencia. Para Stapp, el cerebro humano no opera exclusivamente bajo principios de la física clásica, sino que en ciertos niveles—particularmente en las sinapsis neuronales—se pueden encontrar procesos cuánticos. En este contexto, la mente actúa como un "selector" de posibilidades cuánticas, influenciando activamente qué eventos se materializan en la realidad. De esta manera, la conciencia no solo percibe el mundo físico, sino que también interviene en su desarrollo mediante la selección de un estado entre las múltiples posibilidades cuánticas. (Stapp, Henry P. p. 113.)

Estas perspectivas muestran que, mientras algunos científicos y filósofos buscan desvincular la realidad cuántica de la observación consciente, otros ven en esta conexión una clave para comprender la naturaleza misma de la realidad. El debate continúa siendo un punto central en la búsqueda de respuestas sobre el universo y nuestra relación con él, llamándonos a cuestionar la naturaleza del conocimiento y la percepción en un mundo cuántico. ¿Es el conocimiento una entidad cuántica en sí misma, en superposición de posibilidades? ¿O la medida cuántica es un proceso que colapsa el conocimiento en estados específicos?

7. Determinismo vs. Indeterminismo en la Mecánica Cuántica

El determinismo sostiene que todos los eventos y resultados son consecuencias necesarias de las condiciones iniciales y de las reglas que rigen al sistema de estudio. (Butterfield,

Jeremy. 2005.) Sin embargo, la mecánica cuántica introduce un elemento de indeterminismo, ya que, según la interpretación de Copenhague, la medida cuántica parece ser intrínsecamente impredecible y dependiente del observador, hasta que se decide realizar una.

La paradoja del Amigo de Wigner ilustra este punto. Si la medida es intrínsecamente impredecible, como parece ser en la mecánica cuántica, entonces, el determinismo puro se ve desafiado, ya que no se puede prever el resultado exacto de una medición hasta que se realice.

El debate entre el determinismo y el libre albedrío está vinculado al problema de la libertad de elección. El libre albedrío sugiere que los agentes tienen la capacidad de tomar decisiones independientes y no están determinados por fuerzas externas. La mecánica cuántica agrega una capa de complejidad a esta discusión. Si la medida cuántica es indeterminada, entonces los observadores parecen tener la capacidad de influir en el resultado de una medición. En el experimento del Amigo de Wigner, la entrada de Wigner al laboratorio y su adquisición de información colapsan el estado del sistema cuántico y, por lo tanto, parecen implicar una forma de libre albedrío del observador. Sin embargo, esta aparente libertad de elección plantea preguntas fundamentales: ¿Es el libre albedrío genuino o simplemente una ilusión causada por nuestra falta de conocimiento de las variables ocultas que podrían determinar los resultados de manera predecible?

8. Implicaciones para la Realidad y el Universo Cuántico

La importancia de esta paradoja radica en sus implicaciones para cuestiones fundamentales como el determinismo, el libre albedrío y nuestra concepción de la realidad. En términos del determinismo, la paradoja desafía la idea de que el universo tiene un estado definido en todo momento. Si la realidad depende del observador, entonces el mundo puede no ser determinista en absoluto, y los eventos solo adquieren un estado definido cuando alguien los observa.

Esto nos lleva de vuelta al papel de la conciencia y su conexión con la mecánica cuántica.

La paradoja sugiere que la mente humana podría desempeñar un papel esencial en la configuración de la realidad. Si la conciencia del observador es necesaria para que la función de onda colapse, como algunos argumentan, entonces nuestras decisiones y nuestra percepción del mundo podrían influir directamente en el estado físico del universo. Esto abre preguntas profundas sobre el libre albedrío: si nuestras mentes son capaces de colapsar estados cuánticos, tal vez tengamos más influencia en el devenir del mundo de lo que imaginamos.

Por otro lado, la interpretación de muchos mundos ofrece una perspectiva completamente distinta. Según esta interpretación, todas las posibles realidades coexisten en múltiples ramas del universo, eliminando la necesidad del colapso de la función de onda. Esto significa que cada vez que se realiza una medición cuántica, el universo "se divide", dando lugar a todas las opciones posibles en universos paralelos. En este contexto, no hay una realidad única, sino un multiverso donde todas las opciones son igualmente reales. Esto plantea una nueva pregunta: si todas las posibilidades se realizan, ¿podemos hablar de un universo "determinado" en el sentido tradicional? La noción de determinismo pierde su relevancia en este marco, ya que no hay un único camino que los eventos sigan, sino múltiples caminos simultáneos.

La paradoja también desafía nuestra capacidad de obtener conocimiento objetivo. Si un observador percibe un estado colapsado y otro una superposición, ambos podrían tener razón desde sus propios marcos de referencia. Esto implica que la realidad no es absoluta, sino relativa al observador. Tal perspectiva pone en tela de juicio la base misma de la ciencia, que asume una realidad objetiva y compartida que puede ser estudiada y comprendida de manera universal. Finalmente, la paradoja expone tensiones entre las principales interpretaciones de la mecánica cuántica. Mientras que la interpretación de Copenhague otorga un papel central al observador consciente, la interpretación de muchos mundos evita el colapso por completo al proponer que todos los posibles resultados de una medición ocurren en universos paralelos. Por otro lado, las interpretaciones de Bohm o Rovelli intentan preservar una realidad objetiva o relacional, pero sin necesidad de involucrar la conciencia como un factor determinante.

En resumen, la paradoja del amigo de Wigner pone de relieve que nuestra comprensión de la realidad podría depender no solo de las leyes físicas, sino también de la conciencia humana y de la interacción entre observador y observado. Nos enfrenta a preguntas profundas: ¿es el universo independiente de nosotros, o estamos intrínsecamente conectados con su funcionamiento? ¿Es la realidad una construcción subjetiva o existe una objetividad última que aún no comprendemos? Al incorporar la posibilidad de un multiverso, también nos invita a reconsiderar qué entendemos por "realidad" y si es posible hablar de un universo determinado cuando todas las realidades coexisten simultáneamente. Estas cuestiones no solo afectan nuestra comprensión de la mecánica cuántica, sino que también transforman nuestra manera de concebirnos a nosotros mismos en el cosmos.

8.1 El conocimiento como entidad cuántica en superposición

Una perspectiva intrigante sugiere que el conocimiento mismo podría ser cuántico en su naturaleza. En este enfoque, la mente humana o el observador se asemejaría a un sistema cuántico, capaz de mantener múltiples posibilidades en superposición hasta que se realice una elección o una adquisición de información. Esta idea desafía la visión tradicional del conocimiento como algo absoluto y definido. En lugar de ser una entidad estática, el conocimiento podría ser dinámico y fluido, existiendo en un estado de indeterminación hasta que se realice una medición, en este caso, una elección consciente de enfocar la atención en una opción específica. Bajo esta perspectiva, el observador no solo influye en el sistema cuántico observado, sino también en el conocimiento mismo.

Otra perspectiva sostiene que la medida cuántica es un proceso que colapsa el conocimiento en estados específicos. Esta idea implica que el conocimiento, al igual que el sistema cuántico, existe en un estado de superposición hasta que se adquiere información o se realiza una elección. En este punto, el conocimiento se colapsa en una comprensión específica y definida.

Bajo esta visión, el observador desempeña un papel activo en el proceso de determinar la

realidad. La elección de observar una propiedad particular de un sistema cuántico o enfocarse en una opción específica de conocimiento afecta el resultado de la medida. El colapso del conocimiento refleja la influencia del observador en la construcción de la realidad.

El debate entre si el conocimiento es cuántico en sí mismo o si la medida cuántica colapsa el conocimiento tiene importantes implicaciones filosóficas. Plantea cuestiones sobre la naturaleza de la mente, la conciencia y la relación entre el observador y el mundo observado.

Si el conocimiento es cuántico en su esencia, esto desafía la idea de que el conocimiento es estático y absoluto. En cambio, lo concebimos como una entidad en constante evolución que se ajusta a medida que adquirimos nueva información. Esto también tiene implicaciones para la libertad de elección y el libre albedrío, ya que el observador desempeñaría un papel más activo en la construcción de la realidad. Por otro lado, si la medida cuántica colapsa el conocimiento, sugiere que nuestra percepción y conocimiento están intrínsecamente ligados a la física del universo.

La primera perspectiva sostiene que el conocimiento mismo es cuántico en su naturaleza. Esto implica que la mente humana, o el observador, se asemeja a un sistema cuántico, capaz de mantener múltiples posibilidades en superposición hasta que se realiza una elección o adquisición de información. Bajo esta visión, la mente es un proceso en constante evolución y transformación, y el conocimiento es dinámico y fluido. Esta perspectiva cuestiona la idea tradicional de que el conocimiento es estático y absoluto. En cambio, lo considera como una entidad en constante cambio que se ajusta a medida que adquirimos nueva información, ya que sugiere que el observador desempeña un papel activo en la construcción de la realidad.

8.2 La Perspectiva del Colapso de la Medida Cuántica

La segunda perspectiva sugiere que la medida cuántica es un proceso que colapsa el conocimiento en estados específicos. Esto implica que el conocimiento, al igual que el sistema cuántico, existe en un estado de superposición hasta que se adquiere información o

se realiza una elección. En este punto, el conocimiento se colapsa en una comprensión específica y definida.

Bajo esta visión, el observador desempeña un papel activo en el proceso de determinar la realidad. La elección de observar una propiedad particular de un sistema cuántico o enfocarse en una opción específica de conocimiento afecta el resultado de la medida. El colapso del conocimiento refleja la influencia del observador en la construcción de la realidad.

8.3. La Relación Observador-Mundo

Ambas perspectivas también tienen un impacto profundo en la relación entre el observador y el mundo observado. Si el conocimiento es cuántico en sí mismo, la idea de que el observador co-crea la realidad cobra fuerza. El mundo observado es moldeado por las elecciones de atención y enfoque de la mente. En la perspectiva del colapso de la medida cuántica, la relación entre el observador y el mundo es una relación de influencia directa. La elección del observador determina qué aspecto de la realidad se materializa, situando la responsabilidad del observador en la creación y la interpretación de la realidad.

8.4. Cuestiones Filosóficas sobre la Naturaleza de la Mente y la Conciencia

Estas dos perspectivas plantean cuestiones fundamentales sobre la naturaleza de la mente y la conciencia. Si el conocimiento es cuántico en sí mismo, ¿significa que la mente también es una entidad en superposición, capaz de mantener múltiples estados de pensamiento simultáneamente? ¿La conciencia se desarrolla como un proceso de colapso cuántico en el que múltiples posibilidades se reducen a una realidad percibida? Por otro lado, si la medida cuántica colapsa el conocimiento, ¿qué papel juega la conciencia en este proceso? ¿Es la conciencia la fuerza que decide cuál de las múltiples posibilidades se convertirá en conocimiento? ¿La mente es un mero observador pasivo, o desempeña un papel más activo en la creación de la realidad?

9. Conclusiones

La paradoja del "Amigo de Wigner" en la mecánica cuántica y las cuestiones sobre el determinismo y el libre albedrío nos desafían a repensar nuestra comprensión de la realidad y la influencia del observador en el universo cuántico. A medida que continuamos explorando estas cuestiones filosóficas, debemos considerar si el determinismo y el libre albedrío pueden coexistir en un mundo donde la medida cuántica desafía nuestras intuiciones sobre la predictibilidad y la libertad de elección. La mecánica cuántica nos insta a considerar que quizás la realidad sea mucho más compleja y misteriosa de lo que habíamos imaginado.

La pregunta sobre si el conocimiento es una entidad cuántica en superposición de posibilidades o si la medida cuántica colapsa el conocimiento en estados específicos es un desafío intrigante para la filosofía y la física. Independientemente de la perspectiva que se adopte, estas cuestiones resaltan la interconexión profunda entre la conciencia, el conocimiento y la realidad en el contexto de la mecánica cuántica.

En este sentido, la reflexión filosófica resulta fundamental para la ciencia contemporánea, pues permite cuestionar los supuestos epistemológicos y ontológicos que subyacen en nuestras teorías científicas. La mecánica cuántica no solo plantea problemas técnicos y matemáticos, sino que también desafía nuestra comprensión de la realidad y del papel del observador en la formación del conocimiento. Al integrar el pensamiento filosófico con la investigación científica, podemos desarrollar marcos conceptuales más amplios que nos ayuden a interpretar los fenómenos más enigmáticos del universo y a explorar nuevas fronteras en la comprensión de la conciencia, el tiempo y la naturaleza misma del ser.

Este marco nos invita a pensar sobre la posibilidad de que el universo no sea un sistema puramente determinista ni completamente aleatorio, sino un espacio en el que la realidad emerge a través de la interacción entre el observador y el sistema observado. La teoría cuántica nos desafía a ir más allá de nuestras intuiciones clásicas y nos impulsa a explorar nuevas formas de entender la naturaleza de la realidad, la mente y el conocimiento. En última instancia, estas cuestiones nos conducen a una perspectiva en la que la conciencia podría desempeñar un papel más profundo en la estructura misma del universo, sugiriendo

que la frontera entre el observador y lo observado es más difusa de lo que habíamos imaginado.

En última instancia, esta reflexión nos lleva a cuestionar las fronteras tradicionales entre la mente y el mundo, y a explorar las implicaciones filosóficas de la revolucionaria teoría cuántica, considerando la naturaleza dinámica y maleable del conocimiento y a explorar las implicaciones filosóficas de la teoría cuántica en nuestra comprensión de la mente, la conciencia y la relación entre el observador y el mundo observado.

Referencias

- Bell, John S. 1987. *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 67.
- Berkeley, George. 1710. *A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge*. Ed. Jonathan Dancy. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 25.
- Berkeley, George. 1713. *Three Dialogues Between Hylas and Philonous*. Ed. Jonathan Dancy. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 90.
- Bohm, David. 1980. *Wholeness and the Implicate Order*. London: Routledge & Kegan Paul. p. 48.
- Bohm, David. 1980. *Wholeness and the Implicate Order*. London: Routledge & Kegan Paul. p. 130.
- Butterfield, Jeremy. 2005. "Determinism and Indeterminism in Modern Science." En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, editado por Edward N. Zalta. Disponible en: <https://plato.stanford.edu/entries/determinism-causal/>
- DeWitt, Bryce S., y Neill Graham, eds. 1973. *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*. Princeton, NJ: Princeton University Press. p. 161.
- Everett, Hugh III. 1957. "Relative State Formulation of Quantum Mechanics." *Reviews of Modern Physics* 29 (3): 454–462. p. 460.
- Kant, Immanuel. (1781/1787) 1998. *Critique of Pure Reason*. Traducido y editado por Paul Guyer y Allen W. Wood. Cambridge: Cambridge University Press, 136.
- Penrose, Roger. 1994. *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*. Oxford: Oxford University Press. p. 338.
- Popper, Karl. 1972. *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon Press. p. 112.
- Rovelli, Carlo. 2017. *Reality Is Not What It Seems: The Journey to Quantum Gravity*. Traducido por Erica Segre y Simon Carnell. New York: Riverhead Books. p. 211.
- Schopenhauer, Arthur. 1818. *The World as Will and Representation*. Traducido por E. F. J. Payne. New York: Dover Publications, 1969. p. 55.
- Schrödinger, Erwin. 1935. *The Present Situation in Quantum Mechanics*. Traducido en *Quantum Theory and Measurement*, editado por John Archibald Wheeler y Wojciech Hubert Zurek, 152-167. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1983. p. 157.
- Searle, John R. 1995. *The Construction of Social Reality*. New York: Free Press. p. 153.
- Stapp, Henry P. 2007. *Mindful Universe: Quantum Mechanics and the Participating Observer*. Berlin: Springer. p. 113.

von Neumann, John. 1955. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Traducido por Robert T. Beyer. Princeton, NJ: Princeton University Press. p. 418.

Wigner, Eugene P. 1961. "Remarks on the Mind-Body Question." En *The Scientist Speculates*, editado por I. J. Good, 284-302. London: Heinemann. p. 295.

Wittgenstein, Ludwig. 1953. *Philosophical Investigations*. Traducido por G. E. M. Anscombe. Oxford: Blackwell. p. 19.