

La causalidad se disipa en el mundo cuántico

<https://tendencias21.levante-emv.com/la-causalidad-se-disipa-en-el-mundo-cuantico.html>

El orden temporal del mundo no siempre se cumple en el universo cuántico, sugiriendo que el futuro puede influir en el pasado y que el tiempo y el espacio son subproductos de fenómenos naturales todavía incomprendidos.

Laurie Letertre (*)

(*) Laurie Letertre es estudiante de doctorado en filosofía de la física en la Universidad Grenoble Alpes (UGA). Este [artículo](#) se publicó originalmente en The Conversation. Se reproduce con autorización

Durante poco más de una década, los físicos han estado estudiando un extraño fenómeno en el mundo cuántico. En una escala muy pequeña, es posible que el orden temporal entre diferentes eventos no siempre esté bien definido.

La física cuántica describe el mundo microscópico con una precisión impresionante. Sus predicciones nunca han sido contradichas por la experiencia. Pero también es **famoso** por sus **rarezas**.

De hecho, los objetos microscópicos se comportan de forma contraria a la intuición. Primero, sus propiedades (como su posición y velocidad) a veces solo pueden tomar ciertos valores muy precisos.

Para hacer una analogía con nuestro mundo macroscópico, todo sucede como si, cuando nos movemos en línea recta, solo pudiéramos movernos a «saltos» de un metro, sin que nunca pudiéramos tener una posición intermedia.

En segundo lugar, dos entidades pueden influirse entre sí estando separadas por grandes distancias, a velocidades superiores a las de la luz.

En tercer lugar, algunos objetos tienen propiedades (como su posición o velocidad) que se encuentran en «superposiciones cuánticas» de varios valores.

¿Qué significa, para un objeto, estar en una «superposición» de varias posiciones? ¿El objeto no está en ninguna parte? ¿En todas partes al mismo tiempo? Estas preguntas han animado a físicos y filósofos durante décadas.

Una extrañeza más en el mundo cuántico

Sin embargo, en la última década han surgido nuevos descubrimientos que llevan la complejidad del problema al siguiente nivel.

El trabajo de físicos dispersos por todo el mundo indica que, cuando ocurren dos eventos en el mundo cuántico, **el orden temporal entre estos eventos a veces es indefinido**.

En nuestra escala, siempre es posible saber si una persona estornudó primero antes de disculparse, o al revés. Sin embargo, la física cuántica parece indicar que, a pequeña escala, podría ser que, a veces, ninguna de estas dos posibilidades es la correcta.

Lo cierto es que el orden temporal entre diferentes eventos está fuertemente ligado a relaciones causales. De hecho, una causa siempre debe preceder a su efecto. Por lo tanto, si el orden temporal entre diferentes eventos no está definido, también podría pasar lo mismo con su orden causal.

¿Cómo dar sentido a un mundo en el que las cosas no se desarrollan en un orden bien definido? Esta pregunta es un desafío para los filósofos de la ciencia. Sin duda, se ofrecerán respuestas audaces, y hasta es posible que tengamos que aceptar un cuestionamiento profundo de nuestra visión del mundo físico.

Una experiencia inquietante

Podemos observar órdenes causales indefinidos en el laboratorio, por ejemplo gracias al «interruptor cuántico», una disposición experimental muy particular que se ha llevado a cabo en varias ocasiones.

Detallemos uno de estos logros experimentales, en el que cada uno de dos investigadores realiza una acción sobre la misma partícula de luz, llamada fotón. Estas manipulaciones consisten, por ejemplo, en modificar una propiedad de este fotón, lo que se denomina “modo espacial”.

El orden en el que ocurren las dos operaciones está determinado, no por los propios científicos, sino por el valor de otra propiedad del fotón, llamada «polarización».

Cuando la polarización del fotón está en una «superposición cuántica» de dos valores distintos, y después de que un tercer experimentador haya medido esta polarización al final del experimento, no se puede describir lo que ha pasado.

Orden incierto

Es imposible describirlo, ni poniendo en primer lugar la manipulación del fotón antes de ser enviada al segundo investigador, ni cambiando el orden causal al revés.

Esta intrigante investigación se encuentra todavía en sus primeras etapas. Permitirá estudiar el comportamiento de las relaciones temporales o causales a muy pequeña escala, en el mundo cuántico.

Es importante dar sentido a la ausencia de un orden temporal o causal entre eventos. De hecho, el orden de los eventos a través del tiempo (y el espacio) forma la base sobre la cual los humanos construyen su comprensión de todo.

Por ejemplo, cuando un objeto se rompe después de una caída, lo explicamos por su impacto con el suelo, después de haber seguido un camino específico en el aire.

Asimismo, la historia de la humanidad se cuenta mediante el desarrollo de una sucesión continua de hechos que han ocurrido en diversas partes del mundo, en momentos muy concretos.

Futuro y pasado

Para mantener nuestros métodos de razonamiento clásicos, por lo tanto, debemos comprender qué sucede con las nociones de tiempo y espacio en el mundo cuántico. También debemos dar sentido a su posible ausencia.

Para responder a estas preguntas, ciertos filósofos y físicos consideran, por ejemplo, que el futuro puede influir en el pasado. Otros contemplan la idea de que el tiempo y el espacio sólo pueden ser el «subproducto» de fenómenos más fundamentales, cuya naturaleza aún no se ha comprendido.

Finalmente, el descubrimiento del «interruptor cuántico» y los órdenes causales indefinidos bien podrían resultar útiles en el campo de la informática cuántica y para el desarrollo de futuras «computadoras cuánticas» de nuevo tipo.

De hecho, la existencia de estos fenómenos podría aprovecharse para realizar nuevos desarrollos. También podrían hacer posible realizar ciertos cálculos de manera más eficiente que con más computadoras cuánticas estándar. Así, la investigación reciente en física cuántica promete posibles revoluciones, tanto filosóficas como tecnológicas.

. (Tema relacionado: El tiempo se puede revertir en el mundo cuántico)