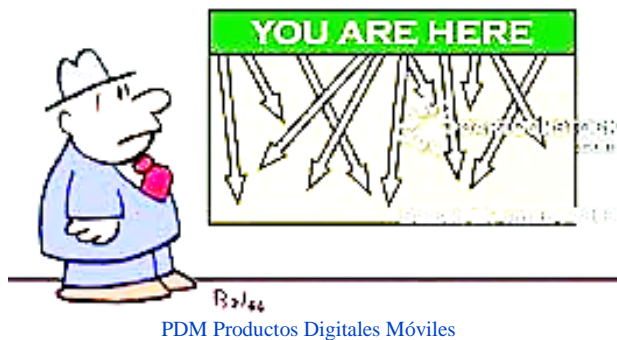


HEISENBERG INSTITUTE

Hasta comienzos del siglo XX, las teorías físicas eran totalmente deterministas, es decir, se concebía el mundo funcionando como un inmenso aparato de relojería ya programado, donde el conocimiento de su estado actual y las leyes que lo regían permitían entonces prever su comportamiento futuro. De una época de gran efervescencia teórica y de continuas modificaciones de las teorías y modelos de la naturaleza, citamos una experiencia de Werner Heisenberg que precedió a su principio de incertidumbre formulado en 1927. En ese experimento colocó un cañón disparador de pequeñas partículas frente a una pantalla provista de dos orificios, y luego una placa que recibiría el impacto de las partículas. El sorprendente resultado de lanzar sucesivamente muchas partículas, fue observar que algunas pasaban por un orificio, unas pasaban por el otro orificio, otras no pasaban por ninguno, y otras pasaban por los dos. Esto parecía contradecir el determinismo científico generalmente aceptado en la época. Conocido el estado actual de un sistema y las leyes a que estaba sometido, era posible calcular su próxima configuración. Pero el principio de incertidumbre establecido por Heisenberg muestra que es imposible conocer simultáneamente con cualquier precisión deseada la cantidad de movimiento (m.v) y su ubicación.

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$$

El principio llamado de incertidumbre o de indeterminación, establece que el producto de la indeterminación en la cantidad de movimiento (m.v) por la indeterminación en la posición, está acotado por la constante de

PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE

Planck. Esto no es relevante a nuestra escala, pues el efecto es despreciable cuando aumenta la masa, pero en la micro escala atómica no solo es muy importante por su dimensión, sino por su incidencia filosófica. El mostrar que no es posible conocer con cualquier precisión el estado de un sistema socavaba los fundamentos del determinismo generalmente admitido (incluyendo a individuos de la talla de Voltaire o de Einstein). Si bien el acto de realizar una medida modifica el estado de lo que se desea medir, la indeterminación existe con cualquier precisión del instrumento utilizado, y aún si la medida no se efectúa. El nombre dado al principio de Heisenberg en diferentes lugares señala su interpretación, se lo nombra de dos modos distintos, de incertidumbre o de indeterminación. El primero se refiere claramente a nuestro conocimiento, el segundo a las posibilidades de su configuración. En general esto no constituye un problema científico sino epistemológico, es fácil prescindir de la naturaleza del conocimiento que se utiliza, y con él el campo donde es aplicable.

Respecto a las teorías físicas o astronómicas, la mayoría de las personas cree que ellas, si son científicas, describen el statu quo y lo que ocurre en la naturaleza, por ejemplo, como transcurre la caída de un cuerpo o cuando se prevé un eclipse. En el ámbito académico, la mayor parte de los científicos más destacados **entienden** que las notables leyes elaboradas en el estudio de los fenómenos naturales o en los modelos propuestos o en las experiencias observadas o las medidas a realizar, **son leyes de la naturaleza**.

Algo muy diferente describen por ejemplo A. Eddington, W. Heisenberg, J. Piaget y otros. Según ellos, las leyes obtenidas no describen o rigen lo que ocurre en la naturaleza, sino que **ellas se refieren a nuestro conocimiento de la naturaleza**. En su Epistemología genética Piaget ubica la génesis del conocimiento no en los objetos, no en la pura razón, ni en las relaciones entre ambos, sino en las coordinaciones que el sujeto hace sobre sus interacciones con los objetos. Esto significa

que los mismos objetos o fenómenos estudiados por hipotéticos venusinos, que no tienen por qué hacer coordinaciones similares a las nuestras, conducirían a leyes diferentes a las que hemos elaborado nosotros. Naturalmente a nadie se le ocurriría confundir realidad con conocimiento o representación de la realidad; ni considerar una foto de Mila Jovovich como si fuera la actriz en realidad. Sin embargo, los científicos han elaborado teorías tan ajustadas a la realidad que es fácil tratar con ellas como si fuera con la realidad misma. Esto no debería en general causar mayores problemas, pero especialmente la física cuántica ha tomado numerosas veces este confuso camino. Eso generó un gran número de situaciones calificadas de paradojas, cuando en realidad provienen de atribuir a la realidad consecuencias de nuestro mero conocimiento. En la situación del popular gato de Schrödinger el colapso de la función de onda puede indicar que el gato está a la vez vivo y muerto. Si las leyes describieran la realidad, eso sería una situación difícil de concebir. Si en cambio describen nuestro conocimiento, es obvio que para el observador interior al dispositivo el estado del gato es conocido, mientras que para el observador exterior puede estar vivo o no, no hay paradoja. En las expresiones de la física cuántica los conflictos se multiplican: partículas que se encuentran ubicadas en dos lugares simultáneamente, transgresiones al orden temporal, partículas que salen de una caja antes de haber entrado, abandono de la causalidad. Parece difícil elaborar conocimiento sin el principio de causalidad (aprox. Las mismas causas producen los mismos efectos). Todos

sabemos que realidad y representación son entes de naturaleza muy diferente, y de tenerlo presente desaparecen las "paradojas" citadas. Mucho nos induce a caer en ellas, al considerar los resultados previstos como perteneciendo a la realidad y no a nuestro conocimiento de ella. La frase más famosa de Einstein: "Dios no juega a los dados", obviamente se refiere a como ocurren las cosas en la realidad, en ella no se ocupa Dios de nuestro conocimiento.

Respecto a la dualidad "leyes de la naturaleza" vs. "leyes de nuestro conocimiento de la naturaleza", transcribimos de "La imagen de la naturaleza en la física actual" de Werner Heisenberg:

"Para ello, ha habido que hallar fórmulas matemáticas que expresaran, no la Naturaleza, sino el conocimiento que de ella tenemos, renunciando así a un modo de descripción de la Naturaleza usual desde hacía siglos...

Resulta de ello, en definitiva, que las leyes naturales que se formulan en la teoría cuántica no se refieren ya a las partículas elementales en sí, sino a nuestro conocimiento de dichas partículas".

Esto parece laudarse definitivamente a favor del significado del nombre Principio de incertidumbre, las dificultades encontradas provienen no del comportamiento de la naturaleza, sino de la expresión de nuestro conocimiento de ella. Creemos que esto tiene un alcance general, las leyes expresadas en toda teoría científica no rigen el comportamiento de la naturaleza, describen el estado de nuestro conocimiento de ella.

