

Libia Herrero Uribe

David Bohm, físico y filósofo. in memoriam

Summary: *David Bohm was one of the most distinguished theoretical physicists of his generation. He offered the Causal Interpretation of the Quantum Theory which is the basis of his theory of the Implicate Order and the Indivisible Wholeness. He proposed the existence of a quantum potential which guides the motion of particles by providing "active information" about the whole environment creating a quantum interconnectedness. His basic idea of order was that, beyond the visible, tangible, unfolded or explicated order lies a deeper, implicated or enfolded order of undivided wholeness. His interests and influence extended far beyond physics and philosophy, embracing biology, psychology, art, religion and others.*

Resumen: *David Bohm ha sido uno de los físicos teóricos más distinguidos de su generación. Ofrece la Interpretación Causal de la Teoría de la Física Cuántica, en la cual basa su teoría del Orden Implicado y del Todo Indivisible. En pocas palabras propone la existencia de un potencial cuántico el cual impregna todo el espacio y provee conexión entre todos los sistemas cuánticos. Este potencial guía el movimiento de las partículas proporcionando una "información activa". Su idea de orden fue que más allá de lo visible, de lo tangible, de lo que se manifiesta u orden explicado existe el orden implicado o envuelto el cual es una realidad indivisible, inmensamente profunda. Sus intereses y su influencia se extienden más allá de la física y la filosofía, incluyendo la biología, la psicología, el arte, la religión y otros.*

David Bohm (1917 - 1992) ha sido uno de los físicos teóricos más distinguidos de su generación. Dedicó su vida al estudio de la física cuántica y sus implicaciones a nivel filosófico (3,8). Aunque su teoría no ha sido aceptada universalmente, se ha considerado (14,16,18,20) una de las tentativas contemporáneas más imaginativas y filosóficamente profundas de interpretar la realidad.

La controversia que se ha formado alrededor de la teoría de Bohm ha sido enorme. Por un lado, la comunidad de físicos no ha aceptado su visión e interpretación del mundo físico, pero tampoco ha fundamentado a profundidad el rechazo de su teoría. Y por otro lado, un grupo de académicos de prestigio internacional se han reunido en la publicación de dos libros para explicar las interpretaciones y concepciones erróneas que han sido utilizadas para refutar a Bohm. Además, han incluido una colección de trabajos originales en tópicos como biología, psicología, filosofía, arte y física mencionando los diferentes aspectos de las ideas de Bohm que se aplican a las diversas disciplinas (14,20).

La Física hace uso de las interpretaciones como una propuesta de lo que una teoría podría significar en un sentido físico e intuitivo más que basándose en una deducción de los resultados de los experimentos y/o de las pruebas matemáticas (9). Por lo tanto, ninguna de las interpretaciones da la "verdad final". Para la teoría de la física cuántica existen varias interpretaciones y Bohm ofrece una de ellas, la cual se conoce como la "Interpretación Causal" y es en esta donde basa la mayoría de sus conclusiones (3,9).

En este trabajo intento dar a conocer los aspectos más importantes del pensamiento de

Bohm. Cada tema que se mencione ha sido objeto de profundo análisis por el autor, pero mi intención es dar una idea general de su filosofía e interpretación de la realidad. En ningún momento pretendo demostrar la validez de su trabajo ni a nivel filosófico ni a través de las teorías de la física o sus deducciones matemáticas. Quienes tengan ese interés pueden encontrar toda la información en las referencias citadas en sus libros (3,8) y los editados por K. Wilber (21), J. Hiley y D. F. Peat (14), P. Pylkkanen (18).

A través de la historia, las revoluciones científicas han producido cambios radicales que han llevado a una reestructuración de la sociedad, el pensamiento y las perspectivas de la humanidad. Copérnico, por ejemplo, al declarar que la tierra no era el centro del universo inició la desintegración del dogma religioso. Darwin, con la teoría de la evolución hizo tambalear el estatus central de los seres humanos en la tierra. Y sin embargo, la física cuántica, la teoría más revolucionaria ha pasado sin notarse. Esta teoría se desarrolla durante los primeros 30 años del siglo 20, y la controversia, sobre todo en sus implicaciones, sigue vigente aun hoy en día (8,15,16).

La física o mecánica cuántica (2) es una teoría matemática sobre el comportamiento de las partículas subatómicas. Sin ella, no podríamos entender los átomos, las moléculas, los cristales, la luz, los transistores, los rayos láser o las partículas subatómicas. Ningún científico serio podría negar las ideas básicas de la teoría, pero sus implicaciones filosóficas han sido muy difíciles de aceptar. Dicha teoría introduce en primer lugar, el aspecto dual de la materia en donde entidades como los electrones pueden comportarse tanto como partículas o como ondas, dependiendo del contexto del medio en el cual ellos existen y son observados. En segundo lugar, introduce la noción de que la acción cuántica es indivisible, lo cual implica que transiciones entre estados estacionales son en cierto sentido discretos (discontinuos). En tercer lugar, cada situación física se caracteriza por una función de onda la cual no está directamente relacionada con las propiedades actuales de un objeto individual, evento o proceso. En general, solo se obtiene una medida estadísticamente probable de observaciones similares llevadas a cabo bajo las mismas condiciones y no se puede predecir en detalle qué pasará en cada observación individual. En cuarto lugar, los electrones que inicialmente se combinan para formar

una molécula y luego se separan, muestran una relación no-local, la cual puede ser descrita como una conexión no causal de dos elementos que se encuentran lejanos (7). Por lo tanto, a nivel subatómico, la materia no existe con certeza en lugares definidos, más bien muestra tendencias a existir, y los eventos atómicos no ocurren con certeza en tiempos definidos y en formas definidas, más bien muestran tendencias a ocurrir. Estas tendencias se expresan como probabilidades, pero probabilidades de interconexiones (16). De manera que, el universo ya no es visto como una máquina compuesta de diferentes partes, sino como un todo indivisible, dinámico y cuyas partes están esencialmente interconectadas y pueden ser entendidas solo entre varios procesos de observación y medida. Al ser un todo indivisible e interconectado, el instrumento que observa no puede ser separado de lo observado. Por lo tanto, el ser humano pasa del mundo mecanicista de Newton, donde la naturaleza y el universo eran vistos como una máquina que podía dividirse en partes independientes para su estudio y cuyo futuro estaba completamente determinado, al mundo de la incertidumbre, donde no se puede separar entre el observador y lo observado, pues todo lo que existe se comporta como un todo indivisible.

Bohm tenía dificultad en aceptar que las partículas subatómicas no tuvieran una existencia objetiva y que solo tomaran una propiedad definida cuando fueran observadas o medidas. También le era difícil creer que el mundo cuántico se caracterizara por el indeterminismo y el elemento de azar, al menos a nivel atómico, y que las cosas ocurrieran sin ninguna razón en particular hasta que estas fueran medidas u observadas (3,8).

Para Bohm, las partículas subatómicas como los electrones no son simples partículas sin estructura, sino entidades muy complejas y dinámicas. El rechaza la idea de que su movimiento es fundamentalmente incierto o ambiguo. Los electrones siguen un camino preciso, uno que es determinado no solo por las fuerzas físicas convencionales sino también por otra fuerza más sutil que el llamó '*el potencial cuántico*'. Este potencial cuántico no depende de la intensidad ni de la fuerza del campo cuántico que rodea al electrón, sino que depende de su forma. Por lo tanto, su efecto se mantiene aunque la onda del campo cuántico se propague a largas distancias. Bohm lo ilustra con el ejemplo de un bote que navega por un piloto automático guiado por ondas de radio.

El barco se mueve por su propia energía pero la información que traen las ondas de radio son usadas para dirigir el barco (8). De manera que la información contenida en el potencial cuántico determinara el resultado del proceso cuántico. Por lo tanto, esta "información activa", como la llamó Bohm, es una forma, de muy poca energía, que entra y dirige energías mayores. La onda cuántica lleva la información y por lo tanto es potencialmente activa en todo lado, pero es activa solo cuando y donde esta energía entra en la energía de la partícula. Esto implica que un electrón, o cualquier otra partícula elemental, tiene una estructura interna compleja y sutil que podría compararse con la de las ondas del radio utilizado en el ejemplo .

El potencial cuántico, entonces, guía el movimiento de las partículas proporcionando una "información activa" sobre el medio ambiente como un todo y a su vez , todo el espacio está impregnado de esta información, la cual provee conexión directa entre todos los sistemas cuánticos (8). Estas interacciones no locales implican la conexión instantánea entre eventos distantes, considerando entonces al mundo y la naturaleza como un todo interconectado, es decir, como un todo indivisible (4). Por otro lado, con el potencial cuántico, el TODO es independiente y tiene un significado previo de manera que se puede decir que el TODO organiza las actividades de las partes. Este comportamiento es lo contrario a lo que declara la física clásica. Sin embargo, la preocupación fundamental de Bohm fue que el potencial cuántico descrito en la Interpretación Causal parecía contradecir la teoría de la relatividad, en cuanto esta dice que ninguna señal puede viajar mas rápido que la velocidad de la luz (11).

En 1982, muchos años después de que Bohm formulara la Interpretación Causal, el físico Alain Aspect y colaboradores (1) diseñaron un experimento para demostrar la interconexión cuántica, basándose en la idea original de "La Paradoja EPR " propuesta por Einstein, Podolsky y Rosen en 1935 (13). Los resultados del experimento proveyeron evidencia de que las partículas subatómicas que se encuentran lejanas se pueden comunicar por señales que viajan mas rápido que la velocidad de la luz. Las opiniones sobre la credibilidad de los resultados de este experimento son encontradas: un grupo argumenta que el experimento no llega a demostrar su objetivo, mientras que otro grupo afirma que estos

experimentos confirman la no-localidad en la naturaleza, pero sin violar la teoría de la relatividad, ya que este tipo de experimentos se aplican solo a eventos que tienen el mismo origen en un sistema cuántico unificado (15). Por lo que muchos físicos (14,15,16,18) consideran que este experimento logra demostrar de forma clara la existencia de conexiones no-locales en la naturaleza. Esto llevó a Kafatos y Nadeau (15) a inferir, aunque no a probar, que el universo puede verse como un sistema consciente.

En los años sesentas, David Bohm volvió su atención a la nueva noción de orden. Según este autor, existe un orden implicado que es el todo indivisible donde todas las cosas están contenidas o envueltas; es lo no-manifiesto. El orden implicado es el TODO y las conexiones de este TODO nada tienen que ver con la localidad en espacio y tiempo, solo tienen que ver con una cualidad diferente que se llama *envolvimiento*. Además existe el orden explicado, que es nuestra descripción de la realidad que se revela y se manifiesta tal como la conocemos desde el orden implicado (6). Se manifiesta en una forma que se abre a nuestra percepción. Bohm lo explico poniendo de ejemplo un riachuelo:

"En este riachuelo, uno puede ver el patrón siempre cambiante de ondas, olas, chapoteos, etc, los cuales evidentemente no tienen existencia como tal o en sí mismas. En cambio, están abstraídos en el movimiento de fluir, apareciendo y desapareciendo en el proceso total de la corriente. Esta subsistencia transitoria que poseen estas formas abstraídas implica solo un comportamiento independiente y autónomo relativo, más que una existencia como sustancias *per se*."(5).

El orden explicado es una proyección de niveles de dimensiones inmensas (el orden implicado), y la estabilidad y solidez aparente de los objetos y entidades se genera y mantiene por un proceso imparable de envolvimiento y revelación de partículas subatómicas que constantemente se disuelven en el orden implicado y luego se recristalizan (6). De manera que los seres humanos, la silla y la montaña, son una manifestación de una energía y de un orden más profundo, de una realidad inmensurable: el orden implicado el cual no se manifiesta (19).

Otra metáfora que utiliza Bohm para ilustrar el orden implicado es la del holograma, el cual tiene la característica de que una parte del holograma contiene la información del todo. Por eso Bohm le llamó a su teoría "El Todo Indivisible en

el Movimiento Fluido", y sugirió que todo el universo podría pensarse como un holograma fluyente gigante o el "Holo-movimiento" ya que la totalidad de la existencia es como un movimiento fluido indivisible y sin bordes (6,10).

El potencial cuántico que postula en la "Interpretación Causal" corresponde al orden implicado. Pero Bohm sugiere que el potencial cuántico por sí mismo, es y está guiado por un potencial supercuántico, representando un segundo orden implicado, u orden superimplicado. Propone que debe haber una serie infinita de órdenes implicados, tal vez en jerarquías, de manera que los órdenes implicados más elevados organizan los inferiores, y estos a su vez influyen a los más elevados (9).

El orden implicado puede ser también usado para explicar el pensamiento, donde se sugiere que un pensamiento envuelve a otro y este a su vez envuelve a otra sucesión de pensamientos. Según este autor, la conciencia, entendida como el conjunto de pensamientos, emociones, deseos, voluntad, y toda la vida síquica y mental, está básicamente en el orden implicado, igual que la materia. Por lo tanto, no es que la conciencia sea una cosa y la materia otra, sino más bien que conciencia es un proceso material que está en el orden implicado como toda la materia, por lo tanto, la conciencia se manifiesta en el orden explicado como lo hace la materia en general (19).

También creía que la vida y la conciencia están envueltas profundamente en el orden generativo (representa el orden por el cual la forma de las cosas manifiestas emerge creativamente) y por lo tanto están presentes en varios grados de revelación en toda la materia (animada o inanimada). El sugiere que hay una "protointeligencia" en la materia, de manera que los desarrollos evolutivos no emergen de una forma azarosa sino más bien de una forma creativa desde los niveles implicados más allá del orden superimplicado. En este caso no se refiere a la explicación neo-darwiniana de entender la evolución sino más bien en los casos en que ocurren mutaciones muy grandes, como por ejemplo, de reptiles a pájaros, donde el proceso fue tan rápido que hay muy pocos fósiles intermedios si los hay (10).

Siguiendo su misma línea de pensamiento, para Bohm la mente y la materia están ambas en el orden implicado, por lo que lo llevó a proponer su otra teoría soma-significado. "La noción de soma-significado implica que el soma (o lo físico)

y su significado (que es mental) no están separados en el sentido en que soma y psique han sido generalmente considerados, en cambio son dos aspectos de una realidad indivisible." Para algunos expertos, este concepto no solo es interesante desde el punto de vista filosófico, pero tiene la potencialidad de transformar el pensamiento actual acerca de la salud y la enfermedad. Ve al ser humano como un todo dentro de un todo de procesos inseparables, donde cualquier proceso en otras mentes, otros cuerpos o el medio ambiente, puede afectar nuestro soma de maneras muy sutiles (12).

Su contacto con la religión hindú y especialmente con Krishnamurti (17), convenció a Bohm de que el pensamiento, la forma de conciencia más familiar para nosotros, corrompe la realidad. El pensamiento es una forma de conciencia fosilizada que opera desde lo conocido y por lo tanto, por definición es no creativa. Solo cuando el pensamiento no está ahí, es cuando es posible percibir lo que está más allá del pensamiento. Solo por medio de la percepción (insight), es posible dejar la mente abierta para percibir la realidad de una forma diferente, y poder conocer el orden implicado (19).

Su esperanza fue que algún día, la humanidad realizara la interconexión que existe entre todas las cosas manifiestas o no manifiestas y pudiera unirse para crear un mundo más holístico y armonioso (8,19).

Bibliografía

1. A. Aspect, J. Dalibard & G. Roger. *Physics review Letters* 49, 1804, 1982.
2. D. Bohm. *Quantum Theory*, Prentice-Hall, New York, 1951.
3. D. Bohm, *Wholeness and the Implicate Order*. Routledge & Kegan Paul, Londres, Boston, 1980.
4. D. Bohm. *Ibid.* p.134.
5. *Ibid.* p. 48.
6. *Ibid.* p. 140-156.
7. *Ibid.*, p.128-9,175.
8. D. Bohm & F.D. Peat. *Science, Order and Creativity*. Bantam Books, New York, 1987.
9. *Ibid.* p. 87-102.
10. *Ibid.* p. 180-195.
11. D. Bohm. Hidden Variables and the Implicate Order. En: *Quantum Implications. Essays in Honour of David Bohm*. Hiley, B.J. & R. Peat. (eds) Routledge. Londres, Nueva York, 1987, p. 33-45.
12. L. Dossey. Medicine and David Bohm's Theory of Soma-significance. En: *The Search for Meaning*. P. Pyllkanen (ed). The Aquarian Press, Inglaterra, 1989, p. 101-124.

13. A. Einstein, B. Podolsky & N. Rosen. *Physics Research* 47, 777, 1935.

14. J. Hiley & F.D Peat (eds). *Quantum Implications: Essays in Honour of David Bohm*. Routledge & Kegan Paul, Londres, 1987.

15. M. Kafatos & R. Nadeau. *The Conscious Universe. Part and Whole of Modern Physical Theory*. Springer-Verlag, Nueva York, 1990, p. 1-11.

16. F. Kapra. *The Turning Point. Science, Society and the Rising Culture*. Flamingo. Fontana Paperbacks. Gran Bretaña, 1989, p.1-92, 328.

17. Krishnamurti, J. Bohm, D. *The Ending of Time*. London, Gollancz, 1985.

18. P. Pylikkanen (ed) *The Search for Meaning. The New Spirit in Science & Philosophy*. The Aquarian Press, 1989, p. 13-42.

19. R. Weber. *The Enfolding-Unfolding Universe: A Conversation with David Bohm*. En: *The Holographic Paradigm and the other Paradoxes*. Shambala Publications Inc. Boston, Londres, 1982, p. 44-104.

20. K. Wilber (ed) *The Holographic Paradigm and other Paradoxes*. Shambala Publications Inc. Boston, Londres, 1982.

Libia Herrero Uribe
955 E. Southern Ave. Apt. 170
Tempe, Arizona 82585
Tel y Fax: 602-730-0185
Costa Rica