

tenía la convicción de que las ideas filosóficas tienen alcance universal, y en este sentido son aplicables a cualquier circunstancia. Si sostuvo que todo hombre debe practicar la caridad, también debería hacerlo el mexicano. Por eso la propuso como solución a nuestros problemas circunstanciales. Pero también advirtió que si todos los hombres han de realizarse hacia la caridad, cada realización es única, diferente; las naciones como los individuos tienen personalidad, y el mexicano debería desarrollarla de acuerdo con sus propias circunstancias. En vez de imitar al extranjero, debería hincarse en su propia cultura, en vez de destruirla, fortificarla, ya sea inventando, ya sea adaptando, pero nunca a través de la imitación irreflexiva, porque "amando la cultura vernácula se ama, como Spinoza intelectualmente, a la patria misma y se prolonga ésta hacia la humanidad". Villegas entrevió allí un "afán de ir de lo mexicano a lo humano" y creyó que Caso trató de elevar al plano metafísico los problemas circunstanciales; pero confundió los planos y equivocó su interpretación.

Sin embargo, es necesario señalar que su error es perfectamente explicable. Villegas está de acuerdo en que "las obras de Caso y Vasconcelos aún no han sido examinadas suficientemente", y que, por su parte, él quiso "contribuir a esa reconstrucción, aunque, claro está, con vistas al problema que nos ocupa". Es decir, que Villegas llevó a cabo esa reconstrucción a través de una idea preconcebida. Su reconstrucción fue forzosamente parcial.

ROSA KRAUZE DE KOLTENIUK

✓ David Bohm, *Causalidad y azar en la física moderna*. Colección "Problemas Científicos y Filosóficos", U.N.A.M., México, 1959.

Prólogo de Louis de Broglie.
Traducción de Daisy Learn.

Este importante libro del eminente físico Prof. David Bohm, sugiere algunos problemas del mayor interés filosófico. El Prof. Bohm intenta establecer una concepción generalizada de las leyes de la naturaleza, tomando en cuenta el papel fundamental que desempeñan las leyes de la probabilidad en la teoría cuántica. A la vez, este libro constituye una vigorosa reafirmación del punto de vista en el cual se considera que los principios de la causalidad y de la continuidad son operantes en los procesos del nivel subatómico, existentes objetivamente, y que, en principio, todo proceso natural especificado es cognoscible de un modo preciso.

El punto de vista del Prof. Bohm representa una tendencia, que cada vez tiene mayor influencia entre los físicos, para volver a una interpretación causal y objetiva de los procesos cuánticos. Esta interpretación había sido abandonada por la mayoría durante cerca de treinta años, debido a las dificultades teóricas planteadas por la discontinuidad de las trayectorias seguidas por las partículas atómicas, por los estados discretos de energía en el interior del átomo y, en general, por todas las complejas consecuencias de la dualidad corpuscular-ondulatoria de la materia en dicho nivel de la existencia. Entre otras cosas, esa dualidad trae aparejada la consecuencia observacional de que resulta imposible determinar con precisión, en el mismo instante, la cantidad de movimiento y la posición espacial de una partícula. Con lo cual se hace imposible también determinar las condiciones iniciales del movimiento de una partícula, en un instante dado, para poder prever su posición subsecuente en otro instante posterior. Esta situación, que se encuentra expresada en las relaciones de incertidumbre de Heisenberg, ejemplifica la manera en que la natu-

raleza de los procesos cuánticos ha hecho fracasar todas las tentativas para formular leyes causales, que permitan predecir el movimiento de una partícula individual. Además, la dualidad ondulatoria-corpúscular es de tal naturaleza que, según sea el carácter del dispositivo observacional empleado, se manifestarán las características ondulatorias de la partícula o se exhibirán sus características corpúsculares.

Este conjunto complejo de problemas fue interpretado por Niels Bohr en el sentido de que los fenómenos cuánticos existen únicamente cuando son observados, y la mayoría de los físicos teóricos habían adoptado esta actitud filosóficamente idealista. Sin embargo, durante los últimos diez años, las investigaciones realizadas principalmente por el propio David Bohm y por el físico francés Vigier, han dado un poderoso impulso a la reinterpretación causal y objetiva de la teoría cuántica. Estas investigaciones se han llevado a cabo siguiendo los lineamientos indicados originalmente por Louis de Broglie en 1927, pero han ido mucho más lejos. Como resultado de ellas, el mismo De Broglie, que había abandonado su teoría original, considera ahora que las deficiencias principales de dicha teoría están siendo superadas. Y, como De Broglie fue el autor original de la teoría de que toda la materia en el nivel cuántico posee simultáneamente características ondulatorias y corpúsculares, su retorno a la interpretación causal y objetiva de los procesos cuánticos representa un acontecimiento de la mayor importancia. (Véase, a este respecto, de Louis de Broglie, *El problema de la interpretación causal y objetiva de la física cuántica*, Suplementos del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, N° 4, Primera Serie, 1956; publicado originalmente con el título de "Exposé Générale", en *La physique quantique restera-t-elle indéterministe?*, Paris, Gauthier-Villars, 1953.)

Así, el libro del Prof. Bohm es la expresión de una tendencia creciente en la propia física cuántica. En realidad, esta orientación ha contado siempre con adherentes eminentes —ya que Einstein y Planck nunca la abandonaron—; y, ahora, su influencia aumenta constantemente bajo la inspiración de hipótesis de trabajo que, en gran parte, son contribuciones hechas por el Prof. Bohm.

Por otra parte, este libro es mucho más que una reinterpretación de la teoría cuántica. En este sentido, pertenece más bien a la tradición de la "filosofía de la naturaleza" y propone una concepción general y especulativa de la estructura de los procesos naturales y de las leyes que los rigen. Por lo tanto, el libro es de enorme interés para un público amplio.

La exposición es excepcionalmente completa. El Prof. Bohm empieza por presentar su propio concepto acerca de la relación entre las leyes causales y las probabilistas, dentro de la estructura entera de las leyes de la naturaleza, a las cuales considera como conjugación de aquéllas. Luego hace la historia de la manera en que las primeras concepciones puramente causales de la física clásica tuvieron que ser enriquecidas gradualmente para abarcar nuevos desarrollos, tales como la teoría ondulatoria de la luz, el surgimiento del concepto de campo y el estudio del comportamiento estadístico en el nivel molecular. Al mismo tiempo, el Prof. Bohm vincula este desarrollo con el desenvolvimiento paralelo del mecanicismo filosófico, señalando cómo la teoría de la probabilidad quedó incluida dentro del marco del "mecanicismo indeterminista". Después se refiere a la teoría cuántica, haciendo un breve resumen de las experiencias que condujeron a la renuncia de los principios de la causalidad y de la continuidad en este nivel. A este respecto, el Prof. Bohm hace una crítica minuciosa de la interpretación usual de la teoría cuántica, formulando un argu-

mento sumamente interesante, el cual le permite sostener que dicha interpretación es una forma sutil del mecanicismo indeterminista. A continuación, el profesor Bohm dedica un capítulo a la exposición de los aspectos cualitativos de sus propios planteamientos científicos encaminados a presentar una explicación causal de los procesos cuánticos. Y finalmente, como conclusión, tiene un capítulo sistemático en el cual desarrolla más a fondo sus ideas principales y su concepción general sobre las leyes de la naturaleza.

En su conjunto, el libro se caracteriza por su excepcional claridad de exposición y por una gran riqueza de ideas, combinadas con la gran fuerza de su argumento medular. Este argumento gira en torno a dos concepciones principales. En primer lugar, el Prof. Bohm desarrolla la relación entre las leyes causales y las probabilistas. Señala que los procesos causales que ocurren fuera de un "contexto de interés" dado —tal como el nivel cuántico, por ejemplo— producen efectos dentro de dicho contexto que dan la apariencia de ser fenómenos azarosos, cuando son enfocados desde este contexto de interés. Entonces sostiene que, puesto que todo contexto especificable de la naturaleza se encuentra sujeto a tales efectos azarosos, en mayor o menor grado, resulta que todas las leyes causales tienen un margen de error que les es inherente y objetivo. Porque dichas leyes causales siempre se refieren a un contexto limitado —dominado por un grupo especificado de cualidades— y nunca abarcan todos los efectos azarosos producidos por otros procesos que ocurren fuera de su contexto, y en los cuales se encuentran implicadas cualidades distintas. En el caso particular de las partículas atómicas, el Prof. Bohm considera que los efectos azarosos, que tienen su origen en procesos causales que ocurren en un nivel todavía más profundo de la realidad, desempeñan un papel fundamental en los

procesos de todo el nivel cuántico; trayendo como consecuencia que las leyes del nivel cuántico sean leyes de probabilidad.

De esta manera, el Prof. Bohm no sólo considera la relación entre las leyes causales y las probabilistas para el nivel cuántico y el hipotético nivel subcuántico, sino que además generaliza esta relación extendiéndola a la naturaleza en su conjunto. Por otro lado, rechaza la noción mecanicista de que la realidad sea reductible a un grupo finito de elementos "últimos" y, en su lugar, propone la concepción de la "infinitud cualitativa de la naturaleza". Esto quiere decir, entonces, que todo contexto especificable, por grande que sea, puede ampliarse en principio; de suerte que ningún dominio o proceso puede ser descrito por completo utilizando únicamente leyes causales. Siempre existen los dos aspectos, la causalidad y el azar. Sin embargo, no cabe duda que, para el Prof. Bohm, la naturaleza es fundamentalmente causal, en el sentido de que todo efecto azaroso se explica, en sus aspectos esenciales, por su origen causal dentro de un contexto más amplio; y de que, en el caso de cualquier contexto de interés especificado, sus aspectos esenciales pueden ser descritos por leyes causales, con un elevado grado de aproximación.

El problema que surge entonces es el siguiente. En lo que respecta a las proposiciones específicas que el Prof. Bohm hace para la teoría cuántica, es claro que ellas no implican necesariamente el concepto de la infinitud cualitativa de la naturaleza. Porque la cuestión de saber si la naturaleza es finita o infinita es un problema especulativo, que pertenece a la interpretación de las teorías científicas, más bien que a las teorías científicas mismas. El propio Prof. Bohm hace bastante hincapié en esta distinción. Así, en el último capítulo discute la alternativa para el mecanicismo como un problema filosófico. Considera que

la suposición clave del mecanicismo consiste en considerar la existencia de un número finito de cualidades que sirven de base para los cambios puramente cuantitativos. En lugar de esta noción, el Prof. Bohm propone la concepción de la infinitud cualitativa de la naturaleza, tanto en el sentido de la infinitud de contextos coexistentes, como en el de la potencialidad infinita para los cambios cualitativos en el tiempo. Este razonamiento es, de por sí, muy claro.

No obstante, nos parece que el profesor Bohm traza una línea demasiado aguda entre las teorías científicas y las inferencias filosóficas extraídas de ellas. Es cierto que el mecanicismo clásico, ya en su pleno desarrollo laplaciano, constituyó una gigantesca extrapolación. Pero, al mismo tiempo, el mecanicismo tuvo su punto de partida empírico en el concepto de causalidad, tal y como éste es definido por la física clásica en torno al concepto clave de posición. Y lo que no nos parece claro es el sentido en que la alternativa que se propone para el mecanicismo, responde al problema de saber justamente cuál es la base del mecanicismo clásico que ha fracasado empíricamente en el nivel cuántico. Porque las hipótesis científicas que se proponen parecen estar enderezadas hacia el establecimiento de una teoría cuántica tal, que pudiera permitir nuevamente una interpretación mecanicista, así sea modificada en forma conveniente para tomar en cuenta la relación entre las leyes causales y las probabilidades *en este caso*. En otras palabras, que en este caso dicha relación no implica la infinitud cualitativa que sirve como base de la propuesta alternativa al mecanicismo. Es decir, nos parece que el Prof. Bohm lleva así el argumento contra el mecanicismo a un terreno distinto a aquel en el cual ha fracasado empíricamente; mientras que sus hipótesis científicas tratan de restablecer el mismo concepto de causalidad sobre el cual

se apoya el mecanicismo clásico, en su aspecto empírico. Y esto puede traer como consecuencia el dejar a un lado algunos problemas fundamentales.

Por ejemplo, el Prof. Bohm señala que la actitud usual consiste en considerar que, cuando se descubren niveles más profundos de la existencia, el conocimiento de ellos queda limitado por las relaciones de incertidumbre que se cumplen entre las parejas de magnitudes complementarias; y, por otra parte, podemos esperar que en los niveles más profundos se presenten dificultades todavía mayores que las surgidas en el nivel cuántico. Respondiendo a esta cuestión, el Prof. Bohm considera muy probable que los niveles más profundos puedan caracterizarse por la existencia de procesos sumamente rápidos, de suerte que éstos podrían ser utilizados para la observación del nivel cuántico y aun de otros niveles más profundos, con mayor precisión de la que se consigue empleando los procesos cuánticos. Se trata ciertamente de un argumento poderoso. No obstante, incluso aceptando la hipótesis de la mayor rapidez de dichos procesos de un nivel más profundo, ¿acaso no es posible que tales procesos se caracterizaran por incertidumbres aun mayores que las existentes en el nivel cuántico? Y, si se descubriese efectivamente una incertidumbre cada vez mayor, ¿entonces estaría de acuerdo el Prof. Bohm en abandonar el principio de la causalidad?

Desde luego, se trata de un problema que únicamente se resolverá en el curso de la experiencia científica. Pero si un lector —cuyo interés en estos problemas estriba en su aspecto filosófico— se puede permitir hacer una especulación, entonces sí parece que la experiencia de los niveles progresivamente más profundos conocidos hasta ahora, en realidad apunta hacia esta última posibilidad. Quizás podría decirse que los problemas de los últimos cincuenta años son típicos de los que se presenta-

rán en el futuro, y no problemas transitorios que estén a punto de desaparecer. Y, en este caso, si no se abandonara el principio de la causalidad, la física misma tendría que volver a examinar sus propios criterios acerca de la causalidad: es decir, los conceptos de posición, de espacio y de tiempo. Y como estos mismos conceptos se encuentran implicados en las bases teóricas del enfoque mecanicista de la naturaleza, dicho examen podría conducir a una alternativa al mecanicismo clásico, en función de concepciones verificables empíricamente. En otras palabras, desde este punto de vista, la naturaleza del mecanicismo clásico no se consideraría vinculada tan exclusivamente al problema especulativo de la finitud o infinitud cualitativa de la naturaleza, sino más bien a los propios conceptos científicos que definen la naturaleza de las leyes causales, y la naturaleza de las predicciones e inferencias que son consecuentes con dichas leyes.

Por otra parte, el punto de vista de Bohm implica la convicción de que será posible resolver los problemas de los niveles más profundos, sin considerar que la naturaleza de las propiedades espacio-temporales de los mismos procesos cuánticos pueden requerir incluso la modificación de los conceptos de posición, de espacio y de tiempo, que son fundamentales para el enfoque clásico de la causalidad. Y resulta que los problemas relacionados con la concepción del espacio y el tiempo se quedan, en gran medida, fuera del terreno de la discusión. (Para una discusión de los problemas de espacio y tiempo en su relación con los procesos dinámicos del nivel cuántico, véanse los artículos de Eli de Gortari, "La categoría de espacio en la física atómica", *Diánoia*, III, 1957, págs. 96-125; y "El tiempo en la física atómica", *Diánoia*, IV, 1958, págs. 64-84.)

Hay otro aspecto de la concepción de la infinitud cualitativa de la naturaleza que, cuando se le considera en relación

con el espacio y el tiempo, hace surgir un problema inesperado. Por una parte, el Prof. Bohm considera que la totalidad de los objetos existentes se encuentran interconectados, teniendo a esta totalidad en el sentido de una unidad. Pero no considera que existan algunas cualidades universales de la materia que pudieran suministrar la base concreta y cualitativa de dicha unidad. Aun en lo que se refiere a los aspectos espacio-temporales de toda existencia material, el Prof. Bohm no parece tener en cuenta que haya razón para hablar de cualidades universales de dichos aspectos. En un párrafo sumamente interesante y sugestivo (págs. 227-228), señala la importancia de su duración temporal para la naturaleza de una entidad o proceso. Entre otros ejemplos, aduce que la noción de átomo no tiene significado para intervalos de tiempo más cortos que la duración del movimiento orbital del electrón alrededor del núcleo atómico. Pero, aparte de este párrafo, no se trata explícitamente el problema del sentido en que deban enfocarse las propiedades espacio-temporales en el nivel atómico, como aspectos integrantes de los procesos dinámicos en dicho nivel. Simplemente se supone la existencia de todos los objetos en el espacio y el tiempo; y el lector no puede menos que concluir que el espacio y el tiempo son considerados en gran medida en el sentido clásico, como medios que son distintos por su naturaleza de las cualidades de la existencia material.

Pero, si no existen cualidades —ni siquiera las propiedades espacio-temporales— que sean coextensivas con la materia, entonces el concepto de materia nos presenta el mismo tipo de problemas planteados por el concepto tradicional del *ser como tal*. Y, si leemos las últimas páginas del libro de Bohm, teniendo presente este problema, adquirimos la impresión de que el concepto de materia que se propone es un *con-*

cepto vacío; y, por lo demás, en su definición se advierte claramente el eco de la metafísica tradicional. Así dice el Prof. Bohm: "Para poder ver el mundo desde el punto de vista de que constituye una unidad, debemos partir de la noción de que la realidad básica es la totalidad de la materia que realmente existe en proceso de transformación. Constituye la realidad básica porque tiene un tipo de existencia independiente tal, que ninguna de sus características depende de ninguna otra cosa que esté fuera de ella. Esto es así porque la *totalidad* de la materia en proceso de transformación contiene, por definición, todo lo que existe" (pág. 246).

¿Cuál es, entonces, el contenido de este "tipo de existencia independiente"? Si se le define como existencia *en* el espacio y el tiempo, resulta que su independencia no será tal que "ninguna de sus características depende de ninguna otra cosa que esté fuera de ella". Y si no existen cualidades universales de la materia, entonces lo que parece surgir aquí es el concepto de la *materia como tal*, en un sentido análogo al del concepto tradicional del *ser como tal*. Sin embargo, la analogía sólo es aparente; ya que puede servir únicamente para destacar el hecho de que el problema del espacio y el tiempo subsiste y no puede ser eludido, para la concepción de la realidad material. De esta manera, el problema parece poner de relieve las implicaciones que tiene para la filosofía materialista el creciente problema de la ciencia física, *concerniente* a la concepción del espacio y el tiempo en relación con la naturaleza dinámica de los procesos físicos.

El Prof. Bohm sustenta una posición inequívocamente materialista. Empero, al mismo tiempo, este libro suyo suscita algunos problemas fundamentales desde el punto de vista materialista y, en este sentido, abre una discusión del mayor interés. Así, además de su indiscutible importancia para la interpretación de

la teoría cuántica, el libro del profesor Bohm encierra un interés filosófico de enorme alcance.

JUDITH SCHOENBERG SCHMIDT

✓
Francisco Larroyo y Miguel Ángel Ceballos, *La lógica de las ciencias*. Editorial Porrúa, S. A. México, 1960.

Cumple ya veinticinco años *La lógica de las ciencias* de los profesores Larroyo y Ceballos. Después de formar e informar a varias generaciones de jóvenes, de influir en autores como José Vasconcelos, Eli de Gortari, Miguel Bueno, Juan Manuel Terán Mata, etc., y haber explayado por espacio de un cuarto de siglo una imagen del proceder científico, *La lógica de las ciencias*, hoy, alcanza su undécima edición, y presenta al lector como ningún otro manual, la disciplina fundamental de la filosofía, a saber: la lógica.

La obra, desde su primera edición en 1936, ha sido la única avanzada sería con que ha contado México y otros países de habla española. Siempre el libro de Larroyo y Ceballos ha tenido un carácter revolucionario, mejor dicho, renovador y progresista. Frente a la *Lógica* tradicional, así como ante la farragosa e incompleta, aunque profunda *lógica* de Pfänder, de orientación fenomenológica, con la que se quiso superar la lógica del positivismo, *La lógica de las ciencias* vino a exponer con toda precisión y oportunidad la imagen tanto de la ciencia como del proceder científico de nuestros días, abriendo una ruta en México y en Hispanoamérica muy superior al camino transitado por el positivismo, el krausismo, el realismo messeriano, el pfänderismo y el empiriocriticismo de los últimos años. Es más: la nueva doctrina sustentada por la *La lógica de las*