

RESEÑAS

DOI: 10.36446/af.e1444

Olimpia Lombardi, *The Modal-Hamiltonian Interpretation of Quantum Mechanics*, Oxford, Oxford University Press, 2026, 301 pp.

Han pasado ya más de cien años desde el surgimiento de la mecánica cuántica y, pese a su éxito predictivo excepcional, la comunidad científica y filosófica aún no ha alcanzado un consenso sobre cuál debe ser la interpretación de la teoría. Este campo ha resultado especialmente fértil para la proliferación de propuestas interpretativas y modificaciones del formalismo tan disímiles como la Mecánica Bohmiana, que postula partículas con trayectorias deterministas; la interpretación de Muchos Mundos, donde se crean muchos universos en cada interacción; las teorías de Colapso Espontáneo, que introducen procesos estocásticos de localización; las Historias Consistentes, que considera los valores registrados de mediciones que ocurren en tiempos sucesivos; el QBismo, que reduce el estado cuántico a las creencias de un agente; entre muchas otras. Es menester señalar que la gran mayoría de estas propuestas provienen de centros académicos anglosajones, con la notable excepción de la Interpretación de Montevideo impulsada por Gambini y Pullin. En este contexto, el libro de Olimpia Lombardi se presenta como una respuesta necesaria y consistente a este desafío secular, ofreciendo una perspectiva original que promete dar sentido a las múltiples perplejidades que surgen al analizar el mundo cuántico.

La autora despliega de manera detallada una obra de rigor argumentativo y conceptual, estructurada en trece capítulos que guían al lector desde los fundamentos formales hasta las aplicaciones más complejas. La obra se inicia con tres capítulos introductorios en los que se contextualiza el trabajo y se explican con gran claridad los aspectos técnicos y conceptuales que resultarán necesarios para entender los planteos presentados en los capítulos posteriores. Un primer capítulo ofrece una reflexión sobre qué es aquello que identifica a una teoría científica, defendiendo la interpretación como el medio indispensable para alcanzar el entendimiento del mundo cuántico. El segundo capítulo presenta de forma pormenorizada el formalismo algebraico adoptado por la autora. La elección de esta formulación matemática y la forma en que es presentada no es una mera cuestión de gustos, sino que prepara el terreno para dotar de contenido ontológico a la teoría; por ello, la lectura de este capítulo resulta enriquecedora incluso para aquellos que conozcan el formalismo de la mecánica cuántica. El tercer

capítulo sitúa su propuesta en la tradición de las interpretaciones modales, rastreando sus orígenes en la distinción de Bas van Fraassen entre estados dinámicos y de valor. Esta familia de interpretaciones se caracteriza por rechazar el postulado de proyección y defiende un realismo no colapsista. Lombardi identifica los problemas técnicos críticos que históricamente asediaron a este programa, especialmente el problema de las mediciones no ideales y las mediciones consecutivas, situando estos obstáculos no como una limitación intrínseca, sino como el punto de partida para una propuesta superadora.

En el capítulo 4, el núcleo teórico de la obra, la autora presenta de forma detallada los postulados de la Interpretación Modal-Hamiltoniana (IMH). A diferencia de otras interpretaciones modales, la IMH otorga al Hamiltoniano un rol determinante tanto en la definición formal de qué será considerado sistema cuántico, como en la selección del contexto privilegiado de observables que adquieren valores definidos. La decisión de señalar este observable como especial no es arbitraria, sino que se fundamenta en la propuesta de que las simetrías de la ley dinámica deben regir la ontología.

La tendencia habitual en la bibliografía sobre interpretación de la mecánica cuántica es la de proponer interpretaciones orientadas a resolver problemas aislados, sean estos de carácter técnico, como las mediciones no ideales, o de índole metafísica, como la indistinguibilidad y la contextualidad. En contraste, resulta un aporte decisivo observar cómo la obra de Lombardi se erige como una propuesta unificada y consistente. Mientras otros enfoques suelen restringirse a dominios físicos acotados —como sistemas en interacción con un ambiente o situaciones de medición específicas— esta interpretación logra articular una respuesta coherente a una gran variedad de desafíos ontológicos y conceptuales planteados por la teoría. Es precisamente esta virtud integradora la que permite que la Interpretación Modal-Hamiltoniana se aplique con naturalidad a una extensa variedad de sistemas, consolidando una visión global que armoniza el rigor del formalismo matemático con una arquitectura metafísica innovadora y profundamente sólida.

Para profundizar en el núcleo del libro y su capacidad de resolución técnica, resulta imperativo detenerse en los capítulos 5 y 6, que constituyen el puente entre la teoría pura y la práctica experimental. A través de un recorrido que abarca desde la partícula libre y el oscilador armónico hasta el tratamiento de la decoherencia cuántica y los problemas de la química cuántica, el texto logra reducir la perplejidad conceptual al explicar fenómenos que tradicionalmente desafían la intuición. En particular, presenta una explicación de la paradoja de Hund que armoniza con la descripción química con una ontología cuántica comprensible. Además, aborda el pro-

blema de la medición donde no solo ofrece una propuesta de solución para mediciones ideales, sino que supera los obstáculos que históricamente obstaculizaron el desarrollo de las interpretaciones modales anteriores. Aquí, la medición se presenta como una interacción física ordinaria que puede entenderse como un proceso de ruptura de simetría sin la introducción de postulados ad hoc. Además, la autora presenta una explicación coherente de las mediciones consecutivas, demostrando que es posible entender las correlaciones cuánticas sin necesidad de recurrir al postulado del colapso.

El capítulo 7 conecta el formalismo matemático relativo a las invariancias de Galileo con el programa del realismo científico. La tesis central es que una interpretación realista debe ser objetiva, lo que implica que el conjunto de propiedades que adquieren valores definidos no puede depender del marco de referencia del observador. Dado que la ecuación de Schrödinger es invariante ante el grupo de Galileo, la IMH logra la objetividad al reformular su regla de actualización en términos de los operadores de Casimir del grupo (operadores invariantes ante las transformaciones de Galileo). Este enfoque no solo resuelve la cuestión de la objetividad, sino que también prepara el terreno para una futura extensión de la interpretación aplicable a la teoría cuántica de campos. En el capítulo 8 se aplica la interpretación al análisis de la relación entre las partes y el todo de un sistema cuántico. Aquí, la autora sostiene que el sistema cerrado es la única entidad cuántica legítima, mientras que las partes son descripciones relativas a la forma en que se particione el todo. Resulta un aporte sumamente original su análisis sobre los estados reducidos a los que caracteriza como herramientas de cálculo que resultan de aplicar un “grano grueso” que elimina grados de libertad irrelevantes para una aplicación específica. Bajo esta mirada, fenómenos como el entrelazamiento y la decoherencia pierden su aura de misterio para revelarse como una consecuencia natural de dividir en partes lo que se comporta en bloque como un todo. Es decir, tales fenómenos manifiestan propiedades esencialmente relativas a la partición elegida, mientras que la primacía ontológica se asigna a la unidad indivisible del sistema.

En los capítulos 9, 10 y 11 del libro, la autora desarrolla el núcleo ontológico de la Interpretación Modal-Hamiltoniana. En conjunto, estos capítulos articulan un marco metafísico que permite comprender la ontología cuántica propuesta y evaluar su capacidad para enfrentar algunos de los problemas ontológicos característicos de la teoría. En primer lugar, se introducen diversos recursos filosóficos provenientes de la metafísica clásica que funcionan como herramientas para el análisis ontológico de la mecánica cuántica. Herramientas como la distinción entre universales y tropos, la relación entre propiedades determinables y determinadas, diferentes no-

ciones de posibilidad le permiten desarrollar una ontología de propiedades. Desde esta perspectiva, los sistemas cuánticos no son concebidos como objetos individuales, sino como haces de instancias de propiedades universales, distinguiéndose entre propiedades posibles y propiedades actuales, y adoptándose una concepción posibilista de la modalidad que permite dar cuenta de la indeterminación cuántica. Finalmente, esta propuesta ontológica es puesta a prueba frente a varios desafíos interpretativos de la teoría, tales como la contextualidad, la no separabilidad y la indistinguibilidad de las partículas. El análisis muestra cómo una ontología basada en propiedades puede ofrecer un marco coherente para comprender fenómenos como el entrelazamiento y la estructura de sistemas compuestos, al tiempo que refuerza la perspectiva “top-down” previamente defendida para interpretar la mecánica cuántica.

En los capítulos finales del libro, 12 y 13, la autora profundiza en las implicaciones conceptuales de la Interpretación Modal-Hamiltoniana mediante el análisis de escenarios contemporáneos del problema de la medición y una serie de reflexiones teóricas más generales. En primer lugar, se analizan experimentos mentales como el de Wigner y su amigo, y el argumento de Frauchiger-Renner, cuyo impacto reciente en los fundamentos de la mecánica cuántica ha sido considerable. El análisis de estos experimentos resulta imprescindible, ya que muestran las tensiones entre ciertas suposiciones aparentemente plausibles acerca de la validez universal de la teoría, la consistencia entre observadores y la existencia de un único resultado por medición. El análisis reconstruye cuidadosamente estos razonamientos y muestra que las aparentes contradicciones surgen de supuestos conceptuales que pueden y deben ser cuestionados, por ejemplo el uso de inferencias clásicas sobre proposiciones cuánticas o la combinación ilegítima de contextos incompatibles. En este marco también se examinan los llamados escenarios de “mediciones encapsuladas”, donde un super-observador mide sistemas que incluyen a otros observadores. Sobre esta base, el capítulo final amplía la discusión hacia cuestiones más generales: se examinan las relaciones de la interpretación con otros enfoques de la mecánica cuántica, se discute el papel del tiempo dentro de la Interpretación Modal-Hamiltoniana y se esboza la posibilidad de extender su marco conceptual a la teoría cuántica de campos. Finalmente, estas reflexiones se integran con el otro gran desarrollo filosófico realizado por la autora en el pasado: el realismo pluralista de raíces kantianas. Según esta forma de realismo, diferentes marcos teóricos pueden ofrecer descripciones complementarias de la realidad científica. Este pluralismo justifica la necesidad de interpretar la mecánica cuántica no relativista aunque ya no sea considerada LA teoría fundamental.

En conjunto, la obra de Lombardi constituye un aporte de notable calidad dentro de la filosofía de la física contemporánea. No solo presenta una tesis sustantiva, la interpretación en sí con sus aplicaciones y formalismo metafísico, sino que lo hace en diálogo constante con algunas de las propuestas más influyentes del ámbito internacional. Este rasgo resulta particularmente destacable en un campo que exige simultáneamente dominio de la física, matemática, filosofía y capacidad de reconstrucción conceptual rigurosa: una combinación que pocas veces se encuentra reunida en un mismo autor. A ello se suma la claridad expositiva que caracteriza a Lombardi. Los argumentos se desarrollan con precisión y transparencia, permitiendo que la obra sea abordada incluso por lectores no especialistas interesados en los fundamentos de la ciencia. En este sentido, el libro se inscribe entre las escasas obras sobre este tema y de este nivel concebidas, desarrolladas y culminadas en la Argentina, circunstancia que merece ser subrayada. En un entorno cultural crecientemente atravesado por la posverdad, el desprecio sistemático por el método científico y el desfinanciamiento de las instituciones dedicadas a la investigación, la aparición de un trabajo de estas características trasciende lo estrictamente académico para constituirse en un verdadero ejercicio de resistencia intelectual. El rigor de Lombardi opera aquí como un gesto de rebeldía en dos frentes: ante las tendencias sociales que relativizan o desestiman el valor del conocimiento científico, y ante las formas de cientificismo dogmático que clausuran la crítica interna y la interrogación filosófica. Reivindicar esta profundidad resulta hoy más necesario que nunca, especialmente cuando el desfinanciamiento de la universidad pública y los organismos de ciencia amenaza con erosionar los espacios donde este tipo de pensamiento puede cultivarse. En ese contexto, este libro no solo representa una contribución académica de primer orden, sino también un testimonio del tipo de reflexión rigurosa que la filosofía de la ciencia puede y debe seguir ofreciendo. (*Sebastián Fortin, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina, sfortin@conicet.gov.ar*)

Recibido el 20 de marzo de 2026; aceptado el 1 de abril de 2026.