



La danza de los Maestros de Wu Li

**La NUEVA FÍSICA,
sin matemáticas
ni tecnicismos,
para los amantes
de la Filosofía y de
la Sabiduría Oriental**

GARY ZUKAV

Cuando Gary Zukav asistió por primera vez a una convención sobre física cuántica, descubrió tres cosas: 1) que entendía todo lo que decían los físicos; 2) que sus debates se parecían mucho a una reflexión sobre teología, y 3) que la física es una aventura extraordinariamente estimulante que es inseparable de la filosofía. Y es que, en esencia, la física es simple: es la pregunta, asombrada, de cómo son las cosas y el divino interés en saber cómo son. La física, desnuda de su complejo lenguaje matemático, se convierte en un puro arte de encantamiento.

Esta obra, galardonada con el National Book Award para libros científicos, es la biblia para todos aquellos que carecen de formación científica pero que sienten curiosidad acerca de la filosofía, la sabiduría oriental y los fascinantes descubrimientos de la física más avanzada; también es una traducción amena y accesible para que personas sin preparación científica entiendan el extraordinario proceso que está teniendo lugar en la física teórica, así como la cada vez mayor proximidad entre la visión científica y la filosofía oriental. Sin embargo, y a pesar de su sencillez, su contenido es totalmente riguroso gracias a la colaboración de un notable grupo de físicos que aparecen relacionados en la nota de agradecimientos.

Al igual que un maestro de Wu Li, que primero nos enseñaría a asombrarnos de la caída de un pétalo antes de hablar nos de las leyes gravitatorias, Zukav nos enseña a asombrarnos con los hallazgos de la nueva física. Con un lenguaje ameno y sencillo, libre de tecnicismos y ecuaciones matemáticas, este libro permite que hasta el lector más lego comprenda las excitantes nuevas teorías físicas que se hallan cada vez más próximas a la visión de la sabiduría oriental..., desde la mecánica cuántica y la relatividad hasta el efecto Einstein-Rosen y el teorema de Bell.

Índice de contenido

Cubierta

Título

Agradecimiento

Lista de personajes

Prólogo

Introducción

1. Una gran semana en gran sur

2. A Einstein no le gusta

3. ¿Entes vivos?

4. Lo que pasa

5. El papel del «Yo»

6. Mente de principiante

7. Insensatez especial

8. Insensatez general

9. El zoo de las partículas

10. La danza

11. Más que ambos

12. El fin de la ciencia

Bibliografía

Notas

*Este libro está dedicado a ti, que sientes el
deseo de leerlo.*

Agradecimiento

No puedo expresar lo suficientemente mi gratitud hacia las siguientes personas. Mientras estaba escribiendo este libro, descubrí que los físicos, desde los estudiantes recién graduados a los laureados con el Premio Nobel, componen un grupo de gente simpática, accesible, dispuesta a ayudar y capaces de interesarse por la obra ajena. Este descubrimiento conmovió mis ideas, sustentadas durante mucho tiempo, estereotipadas, sobre la personalidad científica fría y «objetiva». Ésta es la razón principal por la que estoy agradecido a las personas que a continuación se citan:

Jack Sarfatti, Doctor en Física, director del «Physics/Consciousness Research Group», es el catalizador sin el cual las siguientes personas y yo no nos hubiéramos encontrado. Al Chung-lian Huang, el Maestro de T'ai Chi, me ofreció la perfecta metáfora de «Wu Li», inspiración y una bella caligrafía. David Finkelstein, Doctor en Física, director de la Escuela Superior de Física del Instituto Tecnológico de Georgia, fue mi primer profesor-tutor. Estos hombres son los padrinos de este libro.

Aparte de Sarfatti y Finkelstein, los físicos siguientes leyeron y comentaron el manuscrito completo, capítulo tras capítulo: Henry Stapp, Doctor en Física, del Lawrence Berkeley Laboratory, que repetidas veces se tomó la molestia y el tiempo necesario para contestar a mis numerosas preguntas; Brian Josephson, Catedrático de Física en la Uni-

versidad de Cambridge, y Max Jammer, Catedrático de Física en la Universidad de Barilan, Ramat-Gan, Israel.

Estoy también en deuda con Elizabeth Rauscher, Doctora en Física, fundadora y patrocinadora del «Fundamental Physics Group» en el «Lawrence Berkeley Laboratory», que permitió a gentes que no eran físicos que tomaran parte en las conferencias semanales que, normalmente, sólo hubieran atraído a físicos. Además de Stapp y Sarfatti este grupo incluye al Doctor en Física John Clauser; a Philippe Eberhard; George Weissman; Fred Wolf y Fritjof Catpra (todos ellos doctores en Física) entre otros.

Le estoy agradecido a Carson Jefferies, Catedrático de Física de la Universidad de California, en Berkeley, por su apoyo y sus comentarios sobre algunas partes del manuscrito; a David Bohrn, Catedrático de Física en el Birkbeck College de la Universidad de Londres, por haber leído parte del manuscrito; a Saul-Paul Sirag, por su frecuente ayuda; a los físicos del «Particle Data Group», Lawrence Berkeley Laboratory, por su asistencia y colaboración en la elaboración de la Tabla de Partículas que se incluye al final del libro; a Eleanor Criswell, Catedrático de Psicología, Universidad Estatal de Sonoma (California), por su valioso apoyo; a Gin McCollum, Catedrático de Matemáticas en la Universidad Estatal de Kansas por su comprensivo y paciente tutelaje; y a Nick Herbert, Director del «C-Life Institute», que me facilitó excelentes publicaciones sobre el Teorema de Bell y por autorizarme a usar su título *More than both* (Más que ambos), para titular uno de mis capítulos.

Todas las ilustraciones de este libro han sido realizadas por Thomas Linden Robinson.

Harvey White, Catedrático «Emeritus», del Departamento de Física de la Universidad de California, en Berkeley, y exdirector del Lawrence Hall de ciencia, que personalmente me facilitó fotografías de su famosa simulación de la posibilidad de distribución de formas. La fotografía de la difracción del electrón me fue facilitada por Ronald Gronsky,

Doctor en Física, del Lawrence Berkeley Laboratory. Aprendí muchas cosas sobre espectroscopia de Summer Davis, Catedrático de Física en la Universidad de California en Berkeley.

Repito: les estoy profundamente agradecido a esos hombres que, al igual que todos los demás físicos con los que estuve en contacto mientras escribía este libro, ofrecieron graciosamente su tiempo y sus conocimientos a un desconocido que necesitaba ayuda.

También estoy en deuda con María Guarnaschelli, mi editora, por su sensibilidad y erudición.

Sin la generosidad de Michael Murphy y el cuadro de directores del Instituto Esalen, que patrocinaron en 1976 la Conferencia sobre Física y Consciencia, posiblemente nada de esto hubiera sido posible.

Lista de personajes

THOMAS YOUNG

1803 (experimento de la doble rendija).

ALBERT MICHELSON, EDWARD MORLEY

1887 (el experimento de Michelson Morley).

GEORGE FRANCIS FITZGERALD

1892 (contracciones de Fitzgerald).

HENDRIK ANTOON LORENTZ

1893 (las transformaciones de Lorentz).

ELECTRÓN

1897 (descubierto).

MAX PLANCK

1900 (la hipótesis del quantum).

ALBERT EINSTEIN

1905 (teoría de los fotones).

1905 (teoría especial de la relatividad).

HERMANN MINKOWSKI

1908 (espacio-tiempo).

NÚCLEO

1911 (descubierto).

NIELS BOHR

1913 (modelo del átomo de órbitas específicas).

ALBERT EINSTEIN

1915 (teoría general de la relatividad).

LOUIS DE BROGLIE

- 1924 (ondas de la materia).
NIELS BOHR, H. A. KRAMERS, JOHN SLATER
1924 (primer concepto de las ondas de probabilidad).
WOLFGANG PAULI
1925 (el principio de exclusión).
WERNER HEISENBERG
1925 (mecánica matriz).
ERWIN SCHRÖDINGER
1926 (la ecuación de onda de Schrödinger).
1926 (equipara la mecánica matriz con la mecánica de las ondas).
1926 (visita a Bohr en Copenhague para combatir la idea de los saltos del quantum... y enferma de gripe).
MAX BORN
1926 (interpretación de la probabilidad en la función de onda).
NIELS BOHR
1927 (complementariedad).
CLINTON DAVISSON, LESTER GERMER
1927 (el experimento Davisson-Germer).
WERNER HEISENBERG
1927 (principio de incertidumbre).
LA INTERPRETACIÓN DE LA MECÁNICA CUÁNTICA DE COPENHAGUE
1927.
PAUL DIRAC
1928 (antimateria).
NEUTRÓN
1932 (descubierto).
POSITRÓN
1932 (descubierto).
JOHN VON NEUMAN
1932 (la lógica del quantum).
ALBERT EINSTEIN, BORIS PODOLSKY, NATHAN ROSEN
1935 (publicación del EPR).
HIDEKI YUKAWA

1935 (predice el mesón).

MESÓN

1947 (descubierto).

RICHARD FEYNMAN

1949 (diagramas de Feynman).

DIECISÉIS PARTÍCULAS NUEVAS

1947-1954 (descubiertas).

LOS MUNDOS MÚLTIPLES, INTERPRETACIÓN DE LA MECÁNICA CUÁNTICA

1957.

DAVID FINKELSTEIN

(hipótesis de la membrana de dirección única).

JAMES TERRELL

1959 (explicación de la rotación).

QUÁSARES

1962 (descubiertos).

QUARKS

1964 (hipótesis de su existencia).

DAVID BOHRN

1970 (orden implicado).

STUART FREEDMAN, JOHN CLAUSER

1972 (experimento Freedman-Clauser).

DOCE PARTÍCULAS NUEVAS

1974-1979 (descubiertas).

JACK SARFATTI

1975 (teoría de la transferencia de información superlumínica).

ALAIN ASPECT

1978 (el experimento de Aspect, en realización progresiva).

Prólogo

En 1976, cuando Gary Zukav anunció su proyecto de escribir este libro y esbozó su esquema con Al Huang y conmigo, sentados en torno a una mesa del comedor de Esalen, no me di cuenta exacta de la magnitud del trabajo que cargaba sobre sus espaldas con tanta alegría. Fue muy provechoso para mí observar el desarrollo del libro, porque Zukav había insistido en recopilar a fondo la total evolución de la actual física relativista del quantum, tratando su temática como si estuviera desarrollando un relato literario. Como consecuencia de ello, este libro no sólo resulta de amena lectura, sino que pone en contacto al lector con los diversos caminos seguidos por los físicos para poder explicar algo que resulta muy difícil de explicar. En resumen: Gary Zukav ha escrito un libro buenísimo para los legos en esta materia.

La actitud de Zukav con respecto a la física es muy parecida a la mía —así que yo también debo ser un lego— y resulta más estimulante hablar con él de física que con la mayor parte de los profesionales. Sabe que la física es —entre otras muchas cosas— un intento de establecer una relación de armonía con una entidad muy superior a nosotros mismos, lo que exige de nosotros primero buscar, formular y, después, desarraigar, tinos tras otros, nuestros más queridos prejuicios y viejos hábitos mentales en una búsqueda infinita de lo inalcanzable.

Zukav ha tenido la amabilidad de ofrecerme estas páginas para que añada mi propio entusiasmo al mucho que él, personalmente, ha puesto en su relato. Puesto que hace tres años que nos conocimos tengo que procurar activar mis recuerdos.

Lo primero que viene a mi memoria es un grupo de ballenas migratorias. Recuerdo que nos hallábamos de pie, en los arrecifes de Esalen, observando como saltaban alegremente mientras nadaban rumbo al sur. Después acude a mi mente el recuerdo de unas preciosas mariposas *Monarch*, que en ese primer día moteaban los campos con sus colores y cubrían un árbol mágico como si fueran tupidas hojas, como para una gran fiesta. Entre esas dos visiones de ballenas y mariposas nos resultaba muy difícil sentirnos importantes y mucho más sencillo ponernos a divagar.

La ardua dificultad para comunicarse con los físicos de Esalen me ayudo a darme cuenta de qué manera tan diferente a la mía pensaban la mayor parte de los físicos sobre la mecánica cuántica. No porque mi punto de vista fuese nuevo. Era uno de los dos señalados por John von Neumann, en 1934, en su libro *The Mathematical Foundation of Quantum Mechanics*:

1. La mecánica cuántica se ocupa de las proposiciones definidas por los procesos de preparación y observación que involucran al sujeto y al objeto, y obedece a una nueva lógica. No se ocupa de las propiedades objetivas del objeto por sí solo.
2. La mecánica cuántica se ocupa de las propiedades objetivas del objeto en sí, obedeciendo a la antigua lógica, pero observa que esas propiedades pasan a actuar de manera ilógica cuando son sometidas a observación.

La mayor parte de los físicos en activo sólo parecen discurrir por uno de esos caminos (el segundo) y no toman en

consideración el otro. Y tal vez la personalidad puede determinar la dirección de la ciencia. Pienso que hay mentes-«cosa» y mentes-«gente». Los buenos padres, los psicólogos y los escritores deben ser «gente», mientras que los mecánicos, los ingenieros y los físicos tienden a ser mentes-«cosa». La física se ha vuelto demasiado aterradora para estos físicos porque, en realidad, está demasiado desmaterializada para ellos. Nuevos cambios evolutivos tan profundos como los de Einstein y Heisenberg están esperando a que llegue una generación de pensadores más atrevidos e integrados.

Mientras que la mayor parte de los físicos aceptan como algo corriente el instrumental práctico que la mecánica cuántica pone en sus manos para que lo utilicen en su trabajo diario, existe una vanguardia que ya está experimentando con la física del porvenir, y, también, una retaguardia que, conscientemente, sigue en la senda que los lleva de regreso a la física antigua. El Teorema de Bell resulta importante, de manera especial, para los segundos. El que también en este libro se le conceda bastante importancia, no significa que venga a aclarar ninguno de los problemas nuevos que en estos días nos plantea la física cuántica. Más bien lo que podría decirse es que el Teorema de Bell conduce a un punto de vista que no tiene nada de singular y que ya había sido aceptado por la mayor parte de los físicos: que la mecánica cuántica es, sobre todo, algo nuevo y diferente.

El Teorema de Bell, a este respecto, nos ayuda a establecer la diferencia existente entre una teoría *completa* que quiere estar en condiciones de predecirlo todo, como la que buscan los newtonianos (no parece que Newton fuera personalmente un auténtico newtoniano, puesto que deseaba que Dios, de vez en cuando, corrigiera el reloj del mundo para ponerlo en su hora exacta) y una teoría *maximal* que pronostica lo que es posible, algo que ya predijeron los defensores de la mecánica cuántica. Pese a la exis-

tencia de esa controversia, Einstein y Bohr estaban de acuerdo, aunque en diferente forma, en que la mecánica cuántica está incompleta e, incluso, niegan que sea *maximal*. Lo que realmente debatían era si una teoría incompleta podría ser *maximal*. Durante su famosa controversia con Bohr, Einstein alegó:

—¡Bien, lo que ocurre es que nuestra teoría es demasiado pobre para poder ser experimentada!

Y Bohr replicó:

—¡No, no...! La experiencia es demasiado rica para nuestra teoría.

Es decir, se comportaban exactamente igual que los filósofos existencialistas que mientras unos se desesperan ante lo indeterminado de la vida y el hecho de que haya distintas posibilidades de elección, otros, en cambio, sienten que existe un *élan vital*.

Una de las cualidades características de la mecánica cuántica, que conduce a tal controversia, es su preocupación por lo no existente, por lo potencial. Hay algo de esto en todas las lenguas pues, si no, las palabras sólo podrían usarse una vez, pero la mecánica cuántica está mucho más relacionada que la mecánica clásica con las probabilidades. Algunos opinan que esta relación con lo posible en potencia, aunque aún no real, desacredita a la teoría del quantum y la hace inferior a la teoría maximal. Resulta importante destacar, en defensa de la teoría del quantum que, pese a su indeterminación, la mecánica cuántica puede ser expresada en términos de sí-o-no, cuando se refiere a individualidades —exactamente como hace la física clásica— y que las probabilidades pueden ser derivadas de estos experimentos como una ley de los grandes números y no necesita ser postulada.

Yo prefiero proclamar la diferencia entre las teorías clásicas y la del quantum, no como nos la presentan los libros de texto, sino como sigue: una vez que se ofrecen suficientes datos, la mecánica clásica puede dar una respuesta afir-

mativa o positiva, mientras que la mecánica cuántica simplemente deja sin respuesta, en su teoría, algunas cuestiones para que sean contestadas por la experiencia. Quiero señalar la lamentable tendencia —también en mí mismo— a pensar que la mecánica cuántica tiene que negar la existencia física de esas respuestas. Lo que hace es buscarlas en la experiencia y no en la teoría, como, por ejemplo, el *momento* de un electrón localizado. ¡Tan comprometidos estamos con nuestros sistemas de símbolos!

Después de una semana de charla y conversaciones, la Conferencia seguía trabajando con los elementos de la lógica del quantum y nunca llegó a alcanzar los nuevos conceptos cuánticos del tiempo que tratábamos de poner sobre el tapete. Pero facilitó el que llegáramos hasta la nueva serie de problemas que me ocupa en la actualidad. La mecánica cuántica está caracterizada por sus problemas sin respuesta. Algunos lógicos, como Martin Davis, han sugerido que esto podría tener relación con las proposiciones que dominan la lógica desde los tiempos de Gödel y que se basan en la no decisión. En aquellos días yo creía saberlo todo mejor. Actualmente pienso que es posible que ellos sean los que tienen razón y que el elemento común sea la flexibilidad y la imposibilidad de los sistemas finitos de alcanzar un total conocimiento de sí mismos. Aparentemente, un estudio apropiado de la humanidad es algo infinito. Confío en que esas ideas se desarrollen y que Gary Zukav escriba un libro sobre ellas. ¡Puede hacerlo muy bien!

DAVID FINKELSTEIN
Nueva York Julio, 1978