

Material de lectura num. 8 (obligatorio)

EL CURIOSO MUNDO CUÁNTICO

Extraído de "El mundo cuántico" (John Polkinghorne)

En: RUSSELL, Robert J., STOEGER, William R., y COYNE, George V. (Eds.)
Física, Filosofía, y Teología: Una búsqueda común. México, Edamex, 2002.



Introducción

El descubrimiento de la teoría cuántica produjo la modificación más profunda que la física newtoniana haya sufrido desde la publicación de los *Principia*. La claridad y el determinismo de los procesos físicos, como Isaac Newton los entendía, se han disuelto en sus raíces constituyente dentro del nebuloso y caprichoso mundo cuántico. Ésta fue una transformación mucho más radical que la de la invención del concepto de campo (el cual, de alguna manera, sólo fue una interpolación de la acción a distancia) o incluso que la de la relativización del tiempo (ya que el principio rector de la relatividad es, de hecho, la invarianza absoluta del tiempo propio). Einstein fue el último de los antiguos; su resistencia a las ideas de la teoría cuántica moderna fue una verdadera obstinación por sujetarse a las viejas y familiares formas de pensar. En general, los teólogos se han encontrado más a gusto en compañía de Einstein, que de Schrödinger y Heisenberg, y así también se han mostrado renuentes a llegar a un acuerdo con las peluculares novedades que la teoría cuántica presenta. Al lanzar esta piedra, estoy consciente del sonido tintineante en el invernadero científico, pues que sólo recientemente los físicos mismos han empezado a luchar de nuevo con la problemática interpretación de la teoría cuántica. Entre esta actividad contemporánea y los primeros esfuerzos (aunque no totalmente satisfactorios) de los heroicos años 1920, hay cincuenta años de paciente y exitosa explotación, en los que los físicos se contentaban con sacar las consecuencias de la teoría, sin preocuparse por formular preguntas de fondo sobre su interpretación.

Mi propósito en este artículo no es intentar una explicación sistemática de la física cuántica básica. He tratado de hacer eso en otra parte, para el lector común¹. Más bien quiero llamar la atención sobre un gran número de problemas que surgen del carácter del mundo cuántico y que me parecen de suma importancia para el metafísico y el teólogo. También deseo rechazar varias de las aseveraciones que se han presentado como consecuencias de la teoría cuántica, pero que no me parecen derivadas de ella.

Problemas que plantea el mundo cuántico

Permítaseme abordar primero la parte más positiva de la tarea. Considero que hay nueve problemas dignos de nuestra atención. Discutiremos uno por uno.

La teoría cuántica ha prestado su ayuda a la muerte del mecanicismo puro. La visión newtoniana del sistema solar se presentaba tan precisamente mecánica que la rotación regular de un planetario parecía una representación adecuada de su carácter. Resulta obvio que ese universo -concebido como maquinaria

1 J. C. Polkinghorne, *The Quantum World* (Harlow: Longman, 1984, y también Penguin and Princeton University Press).

de reloj- no podría sobrevivir a la disolución de lo representable y predecible en lo nebuloso y caprichoso, producida por el advenimiento de la teoría cuántica. Pero, de hecho, la teoría cuántica ha contribuido poco a la muerte de la teoría mecánica. El germen de su verdadero decaimiento radican en la misma teoría newtoniana. Este hecho es importante, ya que, en general, la teoría cuántica sólo manifiesta su carácter idiosincrásico en procesos a escalas más pequeñas de las que normalmente nos atañen. Por ejemplo, parece que muchos neurofisiológicos piensan que la actividad sinóptica del cerebro no ocurre a un nivel que lo convierta en un fenómeno intrínsecamente cuántico. (Por lo tanto, la curiosa esperanza de que el principio de incertidumbre de Heisenberg diese una base para el libre albedrío no tiene cabida). Es necesario que la mecánica cuántica vuelva a capturar los sorprendentes éxitos de la dinámica newtoniana para los sistemas grandes, ya que, de lo contrario, sólo llegaría a tener éxito en la explicación del micromundo, a expensas de la comprensión del macromundo. Se puede entender bien que el principio de correspondencia (el requerimiento de que la teoría cuántica se convierta poco a poco en la física newtoniana para "sistemas grandes") sea un resultado de la mecánica cuántica. El real *coup de grâce* del mecanismo proviene de esa escala "grande", al advertir que los sistemas predecibles, como el planetario y el péndulo simple, son sólo casos muy excepcionales, aun en la explicación newtoniana de los procesos físicos. A principios de este siglo, más o menos al mismo tiempo que los primeros indicios de la mecánica cuántica, la exploración de Poincaré de la inestabilidad de los sistemas dinámicos clásicos empezó a revelar que poseen un gran tal de exquisita sensibilidad a circunstancias particulares que los hace intrínsecamente impredecibles. El famoso hecho de que no hay solución analítica al problema gravitacional de los tres cuerpos se debe a esta sola propiedad. Investigaciones recientes han extendido considerablemente nuestra comprensión de la apertura de los sistemas dinámicos complejos, ligando estas propiedades a la irreversibilidad del tiempo y la genuina novedad del futuro².

La teoría cuántica nos proporciona un notable ejemplo del hecho general de que la exploración del mundo físico a menudo produce sorpresas, de manera que, si vamos a hacer justicia a lo que las cosas son, necesitamos liberarnos de la indebida tiranía del sentido común. No es necesario resaltar el carácter contraintuitivo de un mundo gobernado por el principio de incertidumbre de Heisenberg (que nos dice que si sabemos dónde se encuentra un electrón, no sabremos qué está haciendo y *viceversa*). Aun aquellas cosas que a primera vista parecieran ser contradictorias -por ejemplo, el que las entidades físicas manifiesten propiedades de onda y de partícula- pueden ser, efectivamente, suficientes para el caso en cuestión. Quisiera enfatizar que la aparente paradoja de la dualidad onda/partícula se ha comprendido, perfectamente, desde la invención de la teoría del campo cuántico de Paul Dirac, en 1927. No es que unas veces usemos un modelo de onda y otras un modelo de partícula y que eso sea todo lo que tengamos que decir, como alegan los teólogos algunas veces. Lo que *sí* tenemos es una teoría que combina los modelos de onda y partícula sin mancha de paradoja, y que está abierta a nuestra inspección racional.

Hasta la lógica sufre modificaciones en el mundo cuántico. La ley distributiva de la lógica aristotélica no funciona para partículas subatómicas, por lo que se requiere de una nueva lógica cuántica que refleje su carácter idiosincrásico.

Todos estos extraños aspectos del mundo cuántico -incertidumbre, dualidad onda/partícula, lógica cuántica- surgen de lo que Dirac identificó, correctamente, como el atributo básico que distingue a la

2 I. Prigogine e I. Stengers, *Order out of Chaos* (Londres: Heinemann, 1984)

física cuántica de la newtoniana, el principio de superposición³. Éste establece que en el mundo cuántico podemos combinar posibilidades que en el mundo newtoniano siempre están separadas y diferenciadas. Para Newton, una partícula está o aquí o allá. En ese mundo de claridad y determinismo no puede haber ambigüedad sobre su posición. La teoría cuántica, sin embargo, permite estados en los cuales una partícula es una mezcla (una superposición) de "aquí" y de "allá". Tales estados no deben interpretarse como correspondiendo a una partícula que se encuentra en medio, espacialmente entre "aquí" y "allá"; por el contrario, deben interpretarse probabilísticamente como estados en los que la partícula será encontrada algunas veces "aquí" y algunas veces "allá". Así, el principio de superposición resalta la irrepresentabilidad y el carácter estadístico del mundo cuántico.

La teoría cuántica nos ayuda a distinguir la realidad de la objetividad ingenua. El irrepresentable mundo cuántico ciertamente no disfruta del mismo carácter objetivo del mundo de la experiencia diaria. Irónicamente, cuando el Dr. Johnson pateó la piedra en su "refutación" al obispo Berkeley, desde el punto de vista de la mecánica cuántica él estaba en contacto con algo que era casi espacio vacío y el resto, una urdimbre de ondas con patrones mecánicos. Los entes del mundo cuántico son curiosamente evasivos. ¿Significa esto que la teoría cuántica es, de hecho, sólo una manera peculiar de hablar sobre los resultados que se dan en el mundo ordinario de los equipos de laboratorio? ¿En realidad no hay electrones? Algunos han tenido la tentación de adoptar una respuesta positivista. El gran precursor en el tema, Niels Bohr, sucumbió; alguna vez dijo: "No hay mundo cuántico. Sólo hay una descripción físico-cuántica abstracta". Estoy seguro de que estaba equivocado en esto. La belleza de los patrones de la estructura del mundo físico, revelada por la física de las partículas elementales, demanda una consideración más seria.

$$\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi + U_0 \psi = E \psi$$

$$\psi_{bc} = \cos kx \quad \psi_{total} = A \cos kx$$

$$\frac{\hbar^2}{2m} (-k^2) \cos kx + U_0 \cos kx = E \cos kx$$

Por querer mantener una visión realista, Albert Einstein compartió tensamente la versión más acabada de la teoría cuántica, que se desarrolló a finales de los años veinte. Su intuición básica era atinada, pero se equivocó al suponer que la representabilidad objetiva -un mundo de claridad y determinismo- era la única forma que podía tomar la realidad física. De hecho, la primera obligación de un realista es respetar la naturaleza de aquello con lo que ha de lidiar. Las entidades cuánticas no tienen la propiedad de poseer una posición y un momento exacto simultáneamente visualizables. Siguiendo a Werner Heisenber⁴, diré que poseen, potencialmente, posición y momento, uno de los cuales se puede actualizar en el acto de la observación, pero no ambos simultáneamente. (Esta potencialidad -para una variedad de resultados posibles- corresponde precisamente a la superposición de aquellos resultados que la física clásica consideraba que no podían mezclarse, a diferencia de la teoría cuántica, que sí lo permite). En esta visión⁵, la ontología controla la epistemología. (Supongo que ésta es una definición de realismo). El principio de de incertidumbre surge de la naturaleza de las entidades con las que uno ha de tratar, no de una falta de destreza para investigarlas. Quienes estén familiarizados con el análisis de los intentos por sortear el principio de incertidumbre a través de esquemas de medición en experimentos imaginarios -una batalla que Einstein perdió con Bohr- recordarán que estos esfuerzos sólo fracasan si

3 P. A. M. Dirac, *The Principles of Quantum Mechanics* (Oxford: Oxford University Press, 1958, cuarta edición), cap. 1.

4 W. Heisenberg, *Physics and Philosophy* (Londres: Allen and Unwin, 1958).

5 Para una discusión más completa, véase Polkinghorne 1984, cap. 6.

la teoría cuántica se aplica consistentemente a todos los sistemas participantes⁶. Esta observación ejemplifica, precisamente, el control de la ontología sobre la epistemología. Una postura realista similar me lleva a interpretar impredecibilidad intrínseca de los sistemas newtonianos complejos indicando la apertura ontológica al futuro en la naturaleza de tales sistemas.

Parece que Heisenberg pensó que esta imagen de las entidades cuánticas como portadoras de potencialidad las hace, de algún modo, menos reales que los objetos representables de la vida diaria. Creo que estaba equivocado, como argumentaré enseguida.

Me parece que la visión de la teoría cuántica que adopto aquí refuerza la posición de que la inteligibilidad es el último garante de la realidad. Mi respaldo a la realidad del mundo cuántico -y mi rechazo al positivismo de Bohr- surge de la convicción de que la hermosa racionalidad y los patrones transparentes de ese mundo deben ser tomados con la mayor seriedad. Estos no pueden ser degradados a meras formas de hablar. Como físico cuántico, simpatizo con Bernard Lonergan cuando dice: "ya que definimos las cosas por su relación con la inteligencia, necesariamente lo último no es el ser sino la inteligencia"⁷. Lonergan hablaba de Dios, concebido como el acto irrestricto de entender. Lo irrepresentable y el Irrepresentable tienen algo en común.

Sería engañoso si sugiriera que nuestra comprensión de la teoría cuántica es completa. Una de las lecciones que hemos aprendido es que la ciencia puede vivir con preguntas sin responder. El misterio que aun debe clasificarse es el de la naturaleza exacta del acto de medición. Aquí es donde la potencia se vuelve acto; el electrón, que ha sido una superposición del "aquí" y del "allá", al ser buscado con la pregunta experimental "¿Dónde estás?" tiene que resolverse por uno o por otro. ¿Cómo es que ese nebuloso y caprichoso mundo cuántico, produce respuestas claras, que se registran en los instrumentos ordinarios de medición de laboratorio? Ésta es, tal vez, la más impresionante de todas las paradojas cuánticas, y es una respuesta para la que -después de sesenta años de enorme éxito al trabajar en este tema- no hay consenso. En general, se han seguido cuatro líneas para atacar el problema.

Se niega la validez de la pregunta en la forma en la que expuse. Eso supone que la incertidumbre cuántica no surge del carácter intrínsecamente indeterminado del mundo cuántico, como lo he estado presentando, sino de la ignorancia, por nuestra parte, de su funcionamiento detallado. Después de todo, lo que he sostenido como ontológico, se afirma como epistemológico. Hay causas ("variables ocultas") no discernidas (tal vez indiscernibles) que, en realidad, determinan todo lo que sucede. Lo nebuloso está en los ojos del observador, que no logra describir lo que está sucediendo. En esta visión de las cosas, la medición cuántica no es diferente de la medición newtoniana. Ambas son la revelación de lo que siempre ha sido igual. Una ingeniosa e instructiva teoría de este tipo ha sido elaborada por David Bohm. Más adelante daré razones para rechazarla.

Las otras tres líneas de ataque aceptan el carácter indeterminado de la teoría cuántica⁸.

(a) Una medida cuántica implica una cadena de consecuencias correlacionadas, desde la entidad

6 N. Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge* (Nueva York: Wiley, 1958), cap. 4.

7 B. Lonergan, *Insight* (Londres: Darton, Longmann and Todd, 1957), p. 677.

8 Para más detalles, véase Polkinghorne 1984, cap. 6.

cuántica (digamos, un electrón) hasta el registro del resultado de la medición, mediante algún instrumento macroscópico (digamos, el sonido producido en un contador Geiger). Se afirma que el punto, a lo largo de la cadena, donde el resultado queda "fijado", está en el nivel macroscópico. Aquí es donde el sistema queda conformado y es lo suficientemente grande y complejo como para tener un carácter irreversible. La célebre interpretación de Copenhague, la ortodoxia prescrita por Bohr y sus amigos, adoptó una versión relativamente cruda de esta idea. Bohr dividió el mundo en entidades cuánticas (indeterminados) y aparatos clásicos de medición (los determinadores). Un experimento era la combinación indisoluble de los dos, en el que la incidencia de los últimos sobre los primeros producía un resultado definido. La razón por la que no satisface lo que ella misma establece, es que la descripción que hace es esencialmente dualista (un mundo cuántico y los aparatos de medición) de un universo que, de hecho, es una unidad (el aparato de medición está hecho de constituyentes cuánticos). Yo creo que este enfoque apunta en la dirección correcta, pero una respuesta completamente satisfactoria necesitaría disolver la dualidad por medio de un análisis mucho más extensivo y sutil del que hasta ahora ha sido posible.

(b) El problema para (a) es distinguir qué es grande y determinante, a partir de lo que es pequeño e indeterminado. Todos los experimentos de los que tenemos conocimiento incorporan la intervención última de un observador consciente. Algunos han creído que las cosas alcanzan la determinación en este estadio final, y que la consciencia desempeña un papel determinante. La propuesta tiene una cierta atracción falaz, al vincular el misterio de la medición cuántica con el del pensamiento consciente, aunque también tiene consecuencias muy extrañas. ¿Hemos de suponer que el resultado de un experimento cuántico, impreso por computadora, almacenado y sin lectura, sólo se consume meses después cuando alguien abre la carpeta y lo lee?

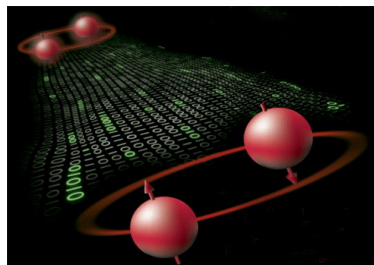
(c) Aun más extraña es la interpretación de los mundos múltiples. Ésta propone que, en cada acto de medición, el universo se divide en universos paralelos e inconexos, en cada uno de los cuales se realiza uno de los posibles resultados de la medición. Hay un universo donde el electrón está "aquí" y otro donde está "allá". El mundo, y nosotros con él, está siendo clonado a una tasa enorme. La estupenda prodigalidad de esta propuesta, ha significado que haya resultado sustancialmente más atractiva para los escritores de ciencia popular que para sobrios físicos. Sin embargo, goza de alguna aceptación entre los cosmólogos como una forma de aplicar la teoría cuántica al universo como totalidad, un proyecto que podría no ser viable ni necesario.

La teoría cuántica apoya, en cierto grado, una postura antirreduccionista. Esta sorprendente consecuencia de la física subatómica (que, después de todo, es un estudio metodológicamente muy reduccionista) se obtiene de dos maneras.

Una de ellas es el famoso experimento EPR⁹. Usando la teoría cuántica, Albert Einstein, Boris Podolsky y Nathan Rosen (EPR) señalaron que, una vez que dos entidades cuánticas han interactuado, retienen cierto poder de influencia mutua y simultánea, por muy separadas que lleguen a estar después. Einstein, Podolsky y Rosen pensaban que esta afirmación contraintuitiva de "unión-en-separación" no hace sino mostrar el carácter incompleto de la teoría y su necesidad de corregirla. Sin embargo, experimentos recientes, particularmente el estupendo trabajo de Alain Aspect y sus colaboradores de

9 *Ibid.*, cap. 7.

París, han revelado que precisamente tal efecto de "no localidad" se encuentra en la naturaleza. Por lo que, aun en el nivel de los constituyentes fundamentales, el mundo no se desmorona, sino que, en cambio, exhibe un grado de mutua cohesión.



En segundo lugar, se dice convencionalmente que la teoría cuántica muestra otra tendencia integradora al rechazar la separación la separación entre el observador y lo observado. Eso se reflejaría, por ejemplo, en la insistencia de Bohr de vincular a las entidades cuánticas con el aparato de medición, en la descripción del proceso de medir. Creo que esta forma particular de expresarlo viene impuesta por el dualismo inaceptable de Bohr, que sólo puede salvarse mediante la exigencia de indivisibilidad. A mi parecer, es mejor ver este asunto enfatizando que el aparato determinante mismo proviene de un sustrato cuántico indeterminado. Éste es el surgimiento de una autonomía de niveles dentro de la física misma, sorprendente y conceptualmente irreductible, en gran medida, como el caso de la emergencia de la vida a partir de la materia inanimada, o de la consciencia refleja a partir del animal¹⁰. Tenemos aquí, en verdad, una concepción profundamente antirreduccionista, producida por la física cuántica.

La teoría cuántica proporciona un importante banco de pruebas para las afirmaciones de la filosofía de la ciencia. Ya he tratado algunos problemas relacionados con esto. Permítaseme referir otro, relacionado con la sumisión de la teoría al experimento. Es claro que una teoría que declara cubrir una infinidad de casos no puede estar determinada únicamente por un número finito de comprobaciones. Sin embargo, contamos con un filtro importante para las teorías racionalmente aceptables, provisto por la condición de que no deberían necesitarse ajustes *ad hoc*, continuamente, para mantener funcionando la teoría. (Si se hubiese intentado preservar las ideas ptolemaicas después de los *Principia*, cada conjunto de observaciones recientes habría requerido de una nueva dotación de epiciclos, mientras que la teoría newtoniana de la gravitación enfrentó, exitosamente, durante doscientos años, en forma perfectamente natural y sin forzar las cosas, cada avance en la precisión de las observaciones. Sin embargo, el problema del perihelio de Mercurio mostró, finalmente, que la teoría newtoniana sólo era verosímil). Así que la pregunta no es: "¿Se presentan ambigüedades en cualquier etapa?", sino: "¿Hay ambigüedades que nos dejen verdaderamente perplejos, e incapaces de resolverlas por medio de criterios racionales?". Si vamos a contestar esto de forma significativa, debemos acudir a la ciencia fundamental. No es sorprendente, ni significativo, que haya -digamos- ideas conflictivas sobre la valencia química. Aquí, la gente trata de explicar una situación cuya física básica se entiende, pero la elucidación de sus consecuencias es muy complicada como para calcularla de forma precisa. En tales circunstancias, se tiene que hacer lo que se pueda, de lo que resultan los modelos conflictivos y en competencia. Todos ellos son evidentemente parciales; empero, la física fundamental debe verse libre de una ambigüedad acomodaticia.

Sólo puedo pensar en un ejemplo significativo de la teoría física fundamental contemporánea: la teoría cuántica determinista y de variables ocultas de Bohm contra la mecánica cuántica convencional. Como lo he dicho en alguna otra parte, esta discordancia se parece a un "pato/conejo" que cobra venganza¹¹, ya

10 John C. Polkinghorne, *One World* (Londres: S.P.C.K., y también Princeton University Press, 1986), cap. 6.

11 *Ibid.*, pp. 10-11.

que ambas teorías tienen las mismas consecuencias experimentales, aunque su carácter sea muy diferente. Todavía más, casi todos los físicos se adhieren a la teoría cuántica convencional y rechazan las ingeniosas ideas de Bohm. ¿Por qué?

Hay dos respuestas. Una radica en el requisito fundamental de fecundidad para desarrollos futuros, que es un discriminador importante de teorías. La teoría convencional ha sido capaz de incorporar las exigencias de la relatividad especial de forma natural y exitosa, lo que no ha conseguido hasta ahora la propuesta de Bohm. Pero aunque esto no fuera así, creo que, de todas maneras, el veredicto de la mayoría se inclinaría por la teoría convencional. La teoría de Bohm tiene un aire de artificio, que hace que no sea recomendable para muchos de nosotros. No sólo es difícil creer que, incluso un hombre tan inteligente como él, hubiera pensado sus ecuaciones sin tener primero las de la mecánica cuántica, sino también y sobre todo, por la forma en que insertó el carácter estadístico en la teoría, lo que le da un aire arbitrario¹².

Aunque no haya nada absolutamente inevitable acerca de la teoría cuántica convencional, su elección como modelo de comprensión de la naturaleza del mundo subatómico me parece razonablemente fundada, en la forma como lo he descrito. Es un ejemplo de lo fructífero de aquellos habilidosos actos de los juicios, cuyo papel esencial en la investigación científica ha sido enfatizado, persuasivamente, por Michael Polanyi¹³.

La teoría cuántica es también un apoyo importante para las afirmaciones de la historia de la ciencia. Me refiero al grado de influencia ejercida sobre el desarrollo científico por la atmósfera general del pensamiento de la época.

Tengo que ser breve, así que permítanme decir que no veo razón para suponer que el nebuloso y caprichoso mundo cuántico estuviera relacionado, de alguna manera, con la desenraizada República de Weimar, lugar donde se originaron muchos de los artículos pioneros. Se entiende, entera y adecuadamente, que procede, mas bien, del comportamiento peculiar de la luz y del carácter estadístico del decaimiento atómico. Aunque surgía una ideología autoritaria y fascista, la física no pudo abandonar aquellas perspectivas imprescindibles y restaurar una rígida predictibilidad.

Finalmente, y de la manera más perturbadora, la teoría cuántica sugiere que podrían existir límites a la investigación racional. Es común afirmar en las teorías cuánticas convencionales que los eventos cuánticos individuales son radicalmente incausados; sólo se prescribe su patrón estadístico global. No se ofrece ninguna explicación de por qué el electrón, en esta ocasión, se encuentra "aquí" en lugar de "allá". ¿Qué vamos a hacer con esto? Es importante reconocer la sorprendente naturaleza de las afirmaciones de los físicos. De ninguna manera es comparable el problema filosófico, ya familiar, de la incertidumbre del futuro, de la naturaleza indeterminada del resultado de la batalla naval de mañana. Mas bien, es una afirmación de que no hay una explicación retrospectiva que ofrecer, para un acontecimiento en particular, que ya ha sucedido.

12 La teoría de Bohm está construida de tal manera que, si se empieza con una distribución de probabilidad correspondiente a la función de onda, entonces se propagará en el tiempo tal como la función de onda lo requiera, pero esta condición inicial tiene que ser impuesta.

13 M. Polanyi, *Personal Knowledge* (Londres: Routledge and Kegan Paul, 1958).

¿Esta pérdida radical de causalidad física representa la existencia, aun en los niveles más humildes del universo, de una cierta libertad otorgada a la creatura? (¡La sombra de A. N. Whitehead!) O ¿es Dios la Variable Oculta última, que aprovecha hábilmente su espacio para maniobrar en las desmoronadas raíces constituyentes del mundo, mientras respeta, inteligentemente, la regularidad estadística que su lealtad impone? Sabemos que William Pollard¹⁴ sugirió esto como un medio para introducir la acción de Dios en el mundo, aunque mas bien me parece una especie de providencia clandestina. ¿O hasta la física tiene su elemento apofático? Es necesario tener una comprensión más profunda de la naturaleza del proceso de medición que convierte, irreversiblemente, la potencialidad en actualidad, antes de poder hacer muchos progresos en la respuesta a estas preguntas.

Falsas consecuencias del mundo cuántico

La teoría cuántica ha sido invocada en ayuda de tan diversos puntos de vista que me parece necesario concluir este artículo con un listado de algunas de sus falsas consecuencias.

La teoría cuántica es extraña y contraintuitiva, pero esto no justifica pensar que cualquier cosa se siga de ella. Con frecuencia, se han invocado endebles analogías para intentar dar un respaldo cuántico a fenómenos no cuánticos. La unión-en-separación del experimento EPR en sí mismo no dice nada sobre la posibilidad de la comunicación telepática. La rareza inherente al micromundo cuántico no es una base para creer en lo paranormal dentro del macromundo.

La teoría cuántica no es, en sí misma, una base suficiente para una metafísica universal. En sus diferentes formas, la filosofía de procesos de Whitehead y el holomovimiento de Bohm y su orden implícito presentan, aunque barrocammente, grandiosos esquemas metafísicos, afirmando cierto anclaje en el mundo cuántico. Cualesquiera que sean los méritos de estas detalladas propuestas (y soy escéptico de las dos), éstas van, -muy rápido-, más allá de lo que una sobria evaluación de la física teórica contemporánea pudiera sancionar.

La teoría cuántica no respalda la integridad esencial del pensamiento religioso oriental. Libros populares como *The Tao of Physics* de Fritjof Capra¹⁵ y *The Dancing Wu Li Masters* de Gary Zukav¹⁶, han sugerido lo contrario. Pretenden probar que el mundo cuántico, disuelto aunque conectado entre sí, corresponde a las expectativas de la filosofía oriental y difiere de las expectativas, intransigentemente estructuradas, del pensamiento occidental. Sus argumentos son verdades a medias, ya que dependen de una explicación sesgada del mundo cuántico. Aunque ese mundo tenga un carácter elusivo, no se disuelve del todo. Hay una claridad de forma que permanece. Ello encuentra expresión, por ejemplo, en aquellos principios de simetría que juegan un papel tan importante en la física fundamental contemporánea¹⁷. Resulta aleccionador el hecho de que, con imprudencia, Capra ignorara la simetría, como si fueran los restos, pasados de moda, del pensamiento griego. Según él, en el pensamiento oriental la simetría es:

[...] considerada como una construcción de la mente más que una propiedad de la naturaleza, y, por lo

14 W. G. Pollard, *Chance and Providence* (Londres: Faber, 1958).

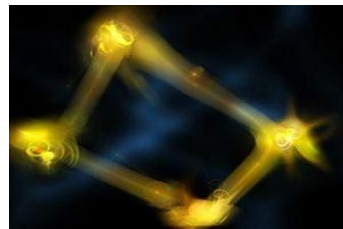
15 F. Capra, *The Tao of Physics* (Nueva York: Wildwood House, 1975).

16 G. Zukav, *The Dancing Wu Li Masters* (Londres: Fontana, 1980).

17 Véase, por ejemplo, P. Davies, *The Search for a Grand Unified Theory of Nature* (Nueva York: Simon and Schuster, Inc., 1984).

tanto, sin importancia fundamental [...] Parecería, entonces, que la búsqueda de simetrías fundamentales en la física de partículas es parte de nuestra herencia helénica, la cual es, de algún modo, inconsistente con la visión general del mundo que empieza a emerger a partir de la ciencia moderna¹⁸.

Estas palabras, escritas en 1975, se mostraron como una expectativa tremendamente falsa de lo que sería la trayectoria de la física fundamental en los años subsecuentes. He sostenido que el pensamiento occidental (particularmente en su esfuerzo por alcanzar un balance entre la trascendencia de Dios y su inmanencia, y entre el ser y el devenir) proporciona la base de una teología natural en mayor concordancia con el patrón y estructura del mundo físico que la del pensamiento oriental¹⁹.



La teoría cuántica no permite la idea de un mundo creado por el observador. Ciertamente, el acto cuántico de medición supone una interacción sutil, y no comprendida del todo, entre los medios para observar y el sistema observado. Sin embargo, las consecuencias están estrictamente limitadas al potencial disponible por actualizar. Otro ejemplo de la tipificación injustificada de las intuiciones de la mecánica cuántica es el que, partiendo de ellas, se llega a afirmaciones extravagantes, como las del Principio Antrópico Participativo (PAP) de John Wheeler: los observadores son necesarios para que el universo adquiera ser. La distancia que hay entre decir que el acto de medir determina si un electrón está "aquí" o "allá" y la grandiosa afirmación del PAP, me parece que es infranqueable. No alcanzo a ver ninguna base legítima para ser amigable con esta afirmación fantasiosa, como parecen serlo John Barrow y Frank Tipler al discutir el asunto²⁰.

Creo que los problemas que plantea la mecánica cuántica a la teología son mejor tratados siguiendo caminos modestos en el intento metafísico, que con los que pretenden ser grandiosos²¹. Se nos presenta una imagen del mundo físico que no es ni mecánica, ni caótica, sino abierta y ordenada a la vez. Una noción cotidiana simple de objetividad sería un recurso muy limitado, aun para la realidad física. Esta última despliega una evasividad que, sin embargo, está racionalmente estructurada, aunque tal vez no de manera exhaustiva. Durante el s. XX, los científicos han debido ser excepcionalmente flexibles en su respuesta al modo como son las cosas, abandonando concepciones -muy apreciadas en otro tiempo- de lo razonable frente al modo como las cosas de hecho parecen ser. La racionalidad contingente del mundo explorado de esta manera está en consonancia con la creación libre de un Creador razonable. No obstante lo extraño e inesperado que han demostrado ser los descubrimientos de la física cuántica, el hecho es que todavía continúa operando la "irrazonable efectividad de las matemáticas" (en la frase de Eugene Wigner), como guía para hallar los patrones del universo físico. He sostenido que esta pura inteligibilidad del mundo cuántico garantiza su realidad idiosincrásica. Tal vez ésta es la conclusión más importante. Porque hace aliarse a la física con la teología en una empresa común para entender la estructura de múltiples niveles del universo que habitamos.

18 F. Capra, 1975, p. 272.

19 John Polkinghorne, 1986, pp. 82-83.

20 J. Barrow y F. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle* (Oxford: Oxford University Press, 1986), cap. 7

21 Presentaré la propuesta de una metafísica complementaria de mente/materia en mi próxima publicación: *Science and Creation* (Londres: S.P.C.K., por aparecer)