

Conciencia y Mundo

Inspiradores encuentros con la Física Cuántica

Daniel León

Parque de Estudio y Reflexión Carcarañá

Centro de Estudios Humanistas Rosario

Agosto de 2018

... digo que el eco de lo real murmura o retumba según el oído que percibe, que si otro fuera el oído, otro canto tendría lo que llamas "realidad".

Silo (del libro "El Paisaje Interno")

Conciencia y Mundo

Inspiradores encuentros con la Física Cuántica

1 - Introducción

El interés principal de este estudio es la investigación del probable papel que juega la conciencia (tanto del ser humano como de los demás seres vivos) en la configuración o constitución de aquello que suele llamarse “la realidad objetiva”.

Tomaremos como marco global de referencia a la “Fenomenología” desarrollada originalmente por Edmund Husserl (1). En ese sistema de pensamiento, se considera a la estructura “acto-objeto” como la forma elemental de la conciencia. A cada acto de conciencia le corresponde un objeto, y en cada objeto puede reconocerse un acto de conciencia que lo constituye. Estos actos y objetos se encadenan entre sí en el tiempo dando origen al conjunto de vivencias que constituyen la conciencia. Considerados en conjunto y a lo largo del tiempo, forman lo que se conoce como “estructura conciencia-mundo”.

El objetivo esencial de la conciencia, su tendencia y su razón de ser, es la constitución de objetos. La conciencia no existe sino para la constitución de objetos, y sólo se manifiesta, y se puede observar, cuando tales objetos han sido constituidos. Aún los llamados “actos puros” (en busca de su objeto) pueden ser observados en un contexto de *otros* objetos que constituyen y permiten comprender un “paisaje”, o una situación particular en que se encuentra la conciencia.

Puede decirse también, que el conjunto de los actos de conciencia, desplegado a lo largo del tiempo, origina el concepto de “conciencia” entendida en su aspecto funcional; y, por otro lado, que el conjunto (estructurado) de los objetos constituye el “mundo” para dicha conciencia. Como se ve, “mundo” no es para nosotros únicamente el mundo de la realidad física, sino que abarca los fenómenos de la vida y de la mente, y todo aquello que pueda ser percibido o imaginado por la conciencia. Entendidos así, conciencia y mundo son aspectos de una misma estructura, que se ha ido gestando a lo largo del tiempo. Parece entonces, que no puede haber conciencia sin mundo, ni mundo sin conciencia. Por otro lado, veremos en este ensayo, que hay quienes proponen que tanto el mundo como la conciencia son únicos, es decir, que hay sólo un mundo, y sólo una conciencia universal.

Consideremos nuevamente aquella sentencia que dice: “no puede haber conciencia sin mundo, ni mundo sin conciencia”. Tal idea no trae problemas en tanto nos movamos dentro del ámbito psicológico, pero, saliendo de él ¿puede el mundo físico existir sin la conciencia?. La pregunta resulta de por sí extraña, ya que hemos sido educados dentro de una concepción materialista, según la cual la realidad física es anterior al surgimiento de los seres vivos y por lo tanto de la conciencia, y no necesita de esta última para existir. Aunque nunca nos hayan dicho estas palabras, ni hayamos pensado en estos términos, implícitamente *esa* es la educación que hemos recibido, y *eso* es lo que nos parece obvio y “natural”.

Entonces, siguiendo a la Fenomenología de Husserl, uno tiende a inferir que el concepto “estructura conciencia-mundo” sólo tiene validez dentro del ámbito psicológico que corresponde a cada conciencia individual. Si así fuera, el “mundo” de tal estructura, sería pensado como “el mundo (subjetivo) que se constituye en cada conciencia”, sin pretender que tal mundo pudiera tener un carácter objetivo, independiente de la misma. Esa sería entonces una concepción *restringida* del concepto “estructura conciencia-mundo”, pero probablemente la mayormente aceptada en el ámbito de la filosofía, dentro y fuera del campo fenomenológico.

En este estudio veremos que, según algunos desarrollos de la física cuántica, es probable que la ligazón entre “conciencia” y “mundo” vaya más allá del ámbito puramente psicológico y pase a constituir una relación *necesaria* para la mutua existencia (“real”) de ambos términos. Ahora, si la misma *existencia* del mundo “objetivo” dependiera del accionar de la conciencia, esto constituiría una formidable respuesta ante el eterno interrogante humano referido al sentido de la vida.

Cualquiera sea el caso, desde ya podemos afirmar que la vinculación con la física cuántica *agrega una nueva dimensión* al concepto de la llamada “estructura conciencia-mundo”.

Colateralmente, veremos aquí ciertos planteos relacionados con la naturaleza esencial de la conciencia. Sucede que hay quienes afirman que el aspecto “funcional”, o “computacional”, de la conciencia, es decir, el modo en que se constituyen los objetos mentales, la relación con la memoria y los sentidos, etc., no puede explicar por sí mismo la emergencia del fenómeno de la conciencia, tan evidente para (todos) nosotros. Quienes así piensan, afirman que debe existir “algo” ubicado “por detrás” del funcionamiento mencionado. Este “algo” – difícil de aprehender – sería el verdadero ente sensible en los fenómenos de la conciencia, y sus características lo ubicarían fuera del mundo físico conocido.

En los diversos planteos que existen sobre este tema, a ese “ente” sutil y misterioso se le ha llamado “yo profundo”, “mente”, “alma”, “espíritu”, etc., etc. No faltan quienes pretenden haberlo pesado. Según ellos, pesa 21 gramos. Pero también están los que dicen que tal “ente” no existe, y que la conciencia no es más que un fenómeno derivado (exclusivamente) de la actividad del cuerpo físico.

Los que investigan sobre inteligencia artificial prometen desarrollar robots con inteligencias similares a la humana. ¿Tendrán conciencia estos robots? ¿Serán entonces – en ese sentido - iguales a los humanos? ¿O será que los humanos tenemos algo que los robots nunca podrán tener?

Para abordar este tema, donde se vincula la conciencia con el mundo físico, comenzaremos por considerar un excelente artículo de Thomas McFarlane, que luego de hacer una breve historia de la mecánica cuántica, muestra cómo fue que el estudio de la conciencia resultó involucrado en lo que allí sucede. El artículo muestra además, cómo se ha modificado la visión humana sobre el mundo a partir del desarrollo de esta disciplina, que se vio obligada a saltar desde su campo específico (que es la física) para entrar en los terrenos de la filosofía y la psicología. Las explicaciones definitivas sobre lo que ocurre en las experiencias de la mecánica cuántica están aún en la sala de espera, aunque han pasado ya cerca de cien años desde la aparición de las formulaciones originales. Según el físico y matemático Roger Penrose, existe un *gap* (una brecha) entre los postulados de la mecánica cuántica y el “problema de la medición”. Esa brecha es como un “eslabón perdido”: hay algo que no encaja, que no se termina de comprender.

Nuestros comentarios referidos a este artículo de McFarlane han sido intercalados en medio del texto con el fin de facilitar la lectura. Para diferenciarlos del texto original están escritos con letras cursivas.

En segundo lugar, y contando con las ideas básicas del punto anterior, pasaremos a describir un famoso experimento de la física cuántica llamado “Experiencia de la doble rendija”, en este caso con el agregado de un “borrador cuántico”. Aquí veremos lo que parece ser una manifestación, o una respuesta, del mundo físico ante la presencia de la conciencia del hombre, y cómo esta relación desafía y cuestiona nuestras concepciones sobre el determinismo, el azar, el espacio, el tiempo, y la misma existencia de una “realidad”.

2 - Conciencia y Mecánica Cuántica

Autor: [Thomas J. McFarlane](mailto:tom@integralscience.org), tom@integralscience.org

Este artículo fue publicado originalmente en 1988, y fue corregido (por su autor) para esta edición en 2017.

Traducción y comentarios: Daniel R. León, drleon@fceia.unr.edu.ar, drleon2010@gmail.com

En este accesible ensayo, hacemos un viaje con los científicos del siglo 20, superando antiguas concepciones, con el fin de explorar el fascinante mundo de la mecánica cuántica, y sus profundas implicaciones filosóficas. El mundo descrito por la mecánica cuántica es extraño y poco intuitivo, y socava las nociones de materialismo, determinismo y separación entre objetos. También exploramos el problema de la medición en mecánica cuántica y examinamos la argumentación referida a la necesidad de hacer intervenir a la conciencia para resolver completamente el problema. Esta solución obtenida, no obstante, altera radicalmente nuestra forma de comprender tanto el mundo como los fenómenos de la conciencia.

2.1 - Nuevos Mundos

En 1492 Colón partió en un viaje hacia tierras desconocidas, buscando ampliar los límites de la experiencia humana y del conocimiento. Era el comienzo del Renacimiento, y el comienzo de una revolución del pensar que daría origen a la ciencia moderna, un vehículo que transportaría a Newton más allá de los confines de la tierra.

Cuatrocientos años después el planeta era un territorio conocido, las nuevas tierras habían sido colonizadas, y Colón se convirtió en leyenda. La tierra ya no era un misterio. Por su parte, la ciencia había avanzado considerablemente: había descubierto los planetas, las estrellas y galaxias; había revelado las leyes de la naturaleza, tanto en la tierra como más allá. Y la gente había llevado ese conocimiento a la práctica, de tal modo que la ciencia terminó transformando la vida de todo aquel que llegó a tocar. El universo no era ya un misterio, sino una intrincada maquinaria con leyes por doquier.

Sin embargo, en el amanecer del siglo 20, mientras la civilización seguía transformándose bajo el influjo de la visión Newtoniana, unas pocas almas aventureras comenzaban a ser guiadas por una visión diferente, una visión que las llevaría hacia una nueva frontera, más allá del universo de Newton. Estos serían los pioneros de un mundo

extraño, un país de las maravillas que desafiaría al sentido común. Nadie podía en aquel momento imaginar las profundas implicancias que esa revolución habría de tener. Ni siquiera los primeros pioneros pudieron entrever la profundidad del misterio que se abría ante ellos, mientras daban los primeros pasos, introduciéndose en el reino de la mecánica cuántica.

2.2 - Dos héroes

Werner Heisenberg, el primer físico revolucionario que abandonó el universo clásico de Newton para entrar en el reino cuántico, comparó su viaje con el de Colón. El mayor logro del descubrimiento de América no fue la idea de navegar alrededor del mundo o su cuidadosa preparatoria del viaje. No, dice Heisenberg, “su mas remarcable hazaña fue la decisión de dejar las regiones conocidas del mundo y navegar hacia el oeste, mucho mas allá del punto en que sus provisiones hubieran podido traerlo de regreso a casa”. Y lo mismo sucede con la ciencia, continúa Heisenberg, “es imposible abrir nuevos territorios a menos que uno esté dispuesto a dejar el seguro anclaje de las doctrinas establecidas para correr el riesgo de un azaroso salto hacia adelante”.

Joven y atrevido, Heisenberg realizó el primer salto cuántico con su abstracta matriz mecánica en 1925. Estas extrañas leyes formaron la primer teoría consistente de átomos cuyo comportamiento desafiaba explicaciones dentro del universo de Newton. Como Colón, Heisenberg había descubierto un nuevo mundo. Pero no había sido el único.

Sólo unos pocos meses después que el joven Heisenberg había puesto sus pies sobre la nueva tierra, un individuo de más edad apareció en el horizonte. Este había encontrado la misma frontera por un camino diferente. Se trataba de Erwin Schrödinger, quien había ingresado en el reino cuántico con una teoría sobre mecánica de ondas. Siendo el mayor de los dos, Schrödinger había viajado con más precauciones y mejor visión.

Ambos se habían atrevido. Y ambos sobrevivieron a los peligros, descubriendo por dos caminos diferentes la nueva frontera de la exploración científica.

2.3 - Derrocando al Viejo Orden

Ni Heisenberg ni Schrödinger pudieron anticipar totalmente en aquellos primeros días en qué medida sus descubrimientos cambiarían el mundo Newtoniano. Las maravillas que este mundo cuántico revelaba pronto iban a desafiar el materialismo que había sido la base del universo de Newton. Cuando uno cruzaba el borde y entraba en el reino cuántico, el materialismo parecía evaporarse. Por esto, así como los pioneros de la época de Colón pudieron regresar a casa con la novedad de que el mundo no era plano, nuestros pioneros cuánticos nos trajeron la novedad de que el mundo no puede ser comprendido en términos de objetos materiales. Respecto de la concepción del mundo como algo “material”, Schrödinger comenta, “cualquiera que quiera aceptarla puede hacerlo; es conveniente, aunque algo ingenua. Estará perdiendo algo importante si lo hace”. O, en palabras de Heisenberg: “el materialismo descansa sobre la ilusión de que el tipo de existencia, la directa “actualidad” del mundo que nos rodea, puede ser extrapolada dentro del rango atómico”. Y agrega la siguiente advertencia: “la ingenua manera materialista de pensar es un obstáculo para entender el concepto cuántico de realidad”.

A pesar de los profundos descubrimientos de Heisenberg y Schrödinger más de noventa años atrás, la mayoría de nosotros aún cree ingenuamente que vive en un mundo material. Como el antiguo filósofo griego Demócrito, pensamos que la sustancia fundamental del universo está compuesta por invisibles e indestructibles átomos que se mueven en un espacio vacío. Todas las cosas derivan de las complejas asociaciones y movimientos de estas partículas básicas de la materia. Como decía Demócrito, “las cosas solamente aparentan tener color, o ser de gusto suave o amargo. Sólo los átomos y el espacio vacío tienen existencia real”. Esta antigua semilla de materialismo terminó dominando nuestras concepciones en el moderno mundo occidental.

En la década de 1680 Isaac Newton formuló las leyes matemáticas del movimiento universal, impulsando la revolución científica con plenitud. Las leyes de Newton unieron el movimiento de los objetos del mundo con los del cielo – tanto la luna como una manzana se movían de acuerdo a las mismas leyes por él descubiertas. Considerando la precisión matemática de aquellas leyes, parecía que nada podía escapar a su descripción. Por lo tanto creció la idea de que el universo entero estaba hecho de objetos materiales que se movían en el espacio de acuerdo con las leyes de Newton. Como un enorme reloj cósmico. En esta gran visión, todo podía ser reducido a un comprensible movimiento de objetos materiales. Y como esas leyes permitían predecir el movimiento con certeza matemática, la máquina cósmica estaba totalmente determinada, y no había libertad.

En palabras de Hegel, quien vivió pocos años después de Newton, y fue influenciado por sus ideas: “entramos en un tranquilo mundo de leyes”. Hegel escribe estas palabras en un capítulo de su libro “Fenomenología del Espíritu”, que lleva por subtítulo: “Ciencia de la Experiencia de la Conciencia”. Llama la atención en este libro como Hegel utiliza conceptos de Newton para describir el funcionamiento de la conciencia. Conceptos como “fuerza”, “gravedad” y “movimiento” se asocian a otros como “fenómeno” y “entendimiento”. Luego hace referencia al “reino de las leyes”. La compleja diversidad de los fenómenos de conciencia quedaba simplificada por estas leyes que explicaban el movimiento de los objetos tanto a nivel terrestre como a nivel cósmico. La conciencia podía aprehender el Todo de un modo simple y elegante. Así, la conciencia podía – por un momento – descansar...

Además, el mundo existía de un modo objetivo, independientemente de nuestra observación. Así, en adición al materialismo, la visión del mundo en la física clásica estaba caracterizada por la objetividad y el determinismo.

Este mecanismo clásico fue el viejo universo que Heisenberg y Schrödinger habrían de abandonar en busca de una nueva frontera. Pero ¿Qué los empujó a salir? Las poderosas leyes de Newton habían explicado todo, desde el movimiento de los planetas hasta el de las pelotas de baseball. Le había dado a la gente máquinas increíbles y motores, herramientas e instrumentos. Pero cuanto el siglo 20 estaba cerca, y la física clásica extendió sus investigaciones hacia el pequeño mundo de los átomos, la naturaleza comenzó a desafiar las explicaciones de Newton. Los resultados experimentales ya no coincidían con las predicciones de la aquella teoría.

Así como la circunnavegación estableció la realidad de un globo detrás de la ilusión de la tierra plana, el descubrimiento de la mecánica cuántica reveló una extraña nueva realidad por debajo de la ilusión de los objetos materiales. Mientras puede ser

conveniente asumir (provisoriamente) la existencia de un mundo plano y material, si queremos expandir nuestro campo de experiencia, encontraremos límites a esas nociones. Debajo de la física de Newton, encontramos que la realidad no es la gran maquinaria que habíamos creído, aunque parece serlo. La puerta ha sido abierta hacia una nueva frontera.

2.4 - La Realidad Cuántica detrás del Velo de la Mecánica Clásica

¿Qué fue lo que el reino cuántico reveló por debajo de la ilusión del universo de Newton?

Que la materia atómica, supuestamente la última inmutable sustancia, se disuelve en ondas de existencia potencial.

Que el determinismo, que rígidamente gobernaba el universo de Newton como una maquinaria cósmica, se agrieta, haciendo lugar a la espontaneidad.

Es decir, el azar absoluto; la ocurrencia de eventos para los cuales no es posible encontrar causa alguna. Este es el concepto al cual el autor llama “espontaneidad”. Siempre subsiste una duda sobre la verdadera naturaleza de los fenómenos de azar. ¿Son realmente eventos que ocurren sin que exista una causa que los provoque?, ¿o es que la causa existe, pero no la podemos encontrar?

Que el mundo objetivo, que existía “afuera” independientemente de las mediciones, desaparece, dejando un mundo donde las propiedades de los fenómenos dependen del modo en que elegimos medirlos.

Que el mundo de múltiples objetos independientes (separados) interactuando localmente dentro del espacio y el tiempo es trascendido, mostrando una realidad de conexiones no locales.

Por extraño que este nuevo mundo cuántico parezca ser, no se encuentra en una tierra lejana, sino aquí y ahora, escondido debajo del velo del materialismo. Y uno no necesita un acelerador de partículas para entender la realidad cuántica más de lo que uno necesita un barco para viajar alrededor del mundo. Está ya aquí, es la verdadera naturaleza de este mundo aparentemente plano. Nosotros ya vivimos en este mundo de maravillas cuánticas. Echemos un vistazo a nuestro verdadero hogar.

2.5 - Estamos hechos de la misma materia que los sueños: la materia se disuelve.

La primera pieza en crujir dentro del mecanismo Newtoniano fue el materialismo: los inmutables átomos no eran tan inmutables después de todo. Pronto, luego del descubrimiento de la radiactividad en 1896, se encontró que a veces los átomos transmutan y se convierten en otros, tal como los alquimistas habían soñado. Luego, en 1897, fue descubierta el electrón, una partícula mucho menor que cualquier átomo supuestamente fundamental. Los átomos, que eran la base fundamental del mundo material, no eran el firme basamento que suponían ser. Pero este descubrimiento en sí

mismo sólo impulsó al materialismo un escalón hacia abajo, hacia las partículas sub-atómicas que constituían los átomos. A pesar de que la base fundamental de la materia se había corrido, seguía aún manteniendo su firmeza... o al menos eso se pensó.

Así, en el amanecer del siglo 20, los físicos de una nueva generación se encontraron con un nuevo territorio para explorar. Como los átomos no eran ya entidades fundamentales, la tarea de estos físicos del siglo 20 consistió en descubrir las verdaderas partículas elementales y cómo estas se combinaban para formar los átomos, y las leyes que gobernaban esos sistemas atómicos. Fue en este punto donde las leyes de Newton comenzaron a fallar. Los intentos de explicar la estructura y el comportamiento de los átomos usando las leyes clásicas simplemente daban respuestas equivocadas. Por ejemplo, en 1911 Rutherford en Inglaterra propuso un modelo planetario del átomo, en el cual una colección de electrones cargados negativamente orbitaban un núcleo con carga positiva, tal como los planetas orbitan alrededor del sol. Pero las leyes conocidas predecían que cualquier carga electrónica en movimiento debía radiar energía. Consecuentemente, al perder energía por radiación, los electrones debían pasar progresivamente a órbitas más cercanas al núcleo, como sucede con un satélite que pierde energía por el roce con la atmósfera y pasa a una órbita más baja. Pero en el caso de los electrones en el átomo, sucedería que estos perderían su "órbita" muy rápidamente, resultando en un colapso instantáneo de la estructura atómica. Lo cierto es que las órbitas atómicas son estables, y la física clásica simplemente no puede explicarlo.

Para agregar más problemas, Max Planck propuso en 1900 que los átomos absorbían y radiaban energía sólo en cantidades discretas y específicas. De acuerdo a las leyes de Newton, los átomos podían intercambiar energía en cantidades arbitrarias. Pero esto no explicaba el espectro observable de la radiación atómica. Para dar una explicación plausible del espectro observado, Planck propuso que la energía en los átomos debía ser como el intercambio de dinero: en lugar de producirse en una cantidad cualquiera, debía producirse siempre en múltiplos de una pequeña cantidad (la más pequeña posible) que él llamó "cuanto". El cuanto de dinero en EEUU, por ejemplo, es el centavo. Y el cuanto de medida en el universo es la hoy llamada "constante de Planck". Cuando Planck formuló esa hipótesis, no había una explicación para esta extraña cuantización, pero aún así, no había forma de evitarla. Este cuanto, que Planck llamó "el misterioso embajador del mundo real", comenzaba así a revelar la primera de las muchas paradojas del mundo cuántico.

Para remediar la situación, un joven alumno Danés de Rutherford realizó una propuesta radical. Su nombre era Niels Bohr, y estaba llamado a convertirse en el padre de la revolución cuántica. Bohr usó la extraña idea de Planck y propuso un audaz modelo del átomo que explícitamente negaba la validez de las viejas leyes clásicas. Sin explicar porqué, simplemente asumió que existían sólo ciertas órbitas electrónicas estables, de tal modo que los electrones podían orbitar a ciertas distancias (determinadas) del núcleo, pero no podían hacerlo en ninguna otra órbita. Además, cuando los electrones saltan de una órbita a otra, emiten un cuanto de luz. A partir de este simple modelo, Bohr estuvo en condiciones de predecir el espectro atómico observable, y ofrecer una razón acerca del porqué sólo ciertas longitudes de onda de luz eran emitidas por los átomos. Bohr rompió con las clásicas leyes de Newton, pero no encontró nuevas leyes fundamentales para reemplazarlas. Los físicos aún no podían explicar porqué las órbitas de Bohr eran estables, o qué hacían los electrones durante sus saltos.

Antes de que Heisenberg y Schrödinger pudieran resolver este rompecabezas y revelar las extrañas leyes del cuanto, era necesaria una última pieza. Un día, un físico francés llamado Louis de Broglie estaba pensando sobre la paradójica propuesta de Einstein acerca de que la luz estaba compuesta por partículas, a pesar del hecho conocido de que era una onda. De algún modo, la luz parecía tener ambos aspectos: el de onda, y el de partícula. De Broglie tuvo entonces una inspiración brillante que conectaba esta paradoja con el modelo atómico de Bohr: si las ondas luminosas pueden tener propiedades de partícula, entonces las partículas materiales deben tener propiedades de ondas. La dualidad onda-partícula debía sostenerse tanto para la materia como para la luz. Por medio de esta hipótesis, De Broglie pudo explicar por qué hay sólo ciertas órbitas estables en el modelo de Bohr: si el electrón no es sólo una partícula sino también una onda, entonces sólo ciertas ondas estacionarias serían admitidas alrededor del núcleo. Así como una cuerda pulsada en un instrumento de cuerdas genera un tono específico fundamental y específicas armónicas, la onda estacionaria del electrón puede sólo vibrar a ciertas frecuencias. Estas frecuencias de ondas electrónicas, propuso De Broglie, corresponden a las órbitas estables de Bohr, con los tonos más altos correspondiendo a las órbitas de mayor energía. Era una propuesta brillante. Sin embargo, ¿qué significa decir que la materia es una onda? Aquí tenemos un primer indicio de que las sólidas partículas del universo de Newton estaban prontas a disolverse.

2500 años después, deberíamos sacarnos el sombrero ante los pitagóricos: ellos habían postulado la existencia de relaciones esenciales entre la música, las matemáticas y la estructura del universo.

Inspirado por la visión de De Broglie acerca de las ondas de la materia, Schrödinger logró formular sus leyes. Así como las ondas luminosas obedecen a una ecuación, estas ondas materiales deberían tener su propia ecuación. En 1925 él comenzó a buscar este camino dentro del reino cuántico.

Obsérvese como en cada paso que se da, hay una analogía previa inspiradora. Puede verse nuestro estudio sobre el papel de las analogías en el desarrollo del conocimiento en (16).

Luego de encontrarse en un callejón sin salida, y de luchar durante meses, Schrödinger logró salir, formulando su actualmente famosa ecuación de onda. Resolviendo su ecuación para el caso del átomo, Schrödinger derivó ecuaciones de onda que se correspondían con el modelo orbital de Bohr, situando así la estabilidad atómica sobre las sólidas bases de una ley matemática. Con esta mecánica de ondas, había puesto un pie firme en el extraño mundo cuántico.

Aunque tanto Heisenberg como Schrödinger emprendieron sus históricos viajes en el mismo momento, Heisenberg tomó un atajo, y llegó primero. En lugar de usar la descripción de formas de ondas de De Broglie, él se sumergió en el mundo cuántico saltando directamente desde el modelo de Bohr. Heisenberg consignó todos los posibles saltos del átomo en una gran tabla que llamó matriz. Luego pudo descubrir las leyes

adecuadas para estas matrices, asentándose firmemente en el terreno cuántico con esta mecánica matricial. Y no pasó mucho tiempo hasta que Schrödinger probó que ambos habían llegado en realidad al mismo descubrimiento: la mecánica de ondas y la mecánica matricial eran variaciones matemáticas de una misma mecánica cuántica. Corría el año 1926, y el nuevo territorio estaba abierto a la investigación.

Aunque la mecánica cuántica daba todas las predicciones correctamente, nadie entendía qué significaba. Mientras Heisenberg y Schrödinger merecen el crédito por crear una base matemática consistente para la mecánica cuántica, fue Niels Bohr quien abordó los problemas conceptuales de esta nueva teoría. ¿Qué eran realmente las “ondas materiales” descritas por la función de onda? ¿Eran las partículas materiales solamente “la espuma de una onda de radiación” como dijo Schrödinger? ¿O era que la existencia de la materia no tenía otro fundamento que las probabilidades en las matrices de Heisenberg? La respuesta de Bohr resultó ser una extraña combinación de ambas: en un sentido el mundo está formado por partículas, y en otro sentido, está formado por ondas. Las dos explicaciones son complementarias, y ninguna de ellas por sí misma puede contar la historia por completo.

Sin embargo, estas ondas de materia no eran ondas ordinarias. Las ondas de agua o de sonido son vibraciones de un medio físico. Las ondas cuánticas, sin embargo, no son vibraciones físicas de ningún tipo. La materia se ha disuelto en una onda no material de pura probabilidad, que no describe las propiedades actuales de las partículas, sino sus probables, o potenciales propiedades. Así, una órbita atómica no es un camino conocido seguido por una partícula material, sino una onda que nos dice cuál es la probabilidad de encontrar a la partícula en diferentes ubicaciones. Y en lugar de describir el movimiento de partículas actuales como lo hacían las leyes de Newton, las leyes cuánticas describen el movimiento de estas ondas de probabilidad. Las partículas actuales han desaparecido, sólo sus probabilidades permanecen. La sólida sustancia del materialismo se ha evaporado en funciones de ondas, que describen sólo las probabilidades de que las partículas aparezcan.

Y así fue cómo el viaje hacia el mundo cuántico reveló que el aparente mundo de materia sólida no descansaba sobre las partículas sólidas que Demócrito imaginó, sino sobre una vaporosa nube de probabilidades inmateriales. El materialismo era sólo un castillo en las nubes, una ilusión no menor que la de la tierra plana.

2.6 - Espontaneidad en la Naturaleza: ¿Juega Dios a los dados?

El colapso de las bases materiales del mundo antiguo fue sólo el comienzo de la revolución cuántica. El hecho de establecer la realidad física en base a ondas de probabilidad terminaría por socavar otras concepciones del universo de Newton. La próxima columna de la física clásica que se vino abajo, fue el determinismo. La maquinaria universal ya no era previsible con absoluta certeza. Ahora tenía espontaneidad.

Las funciones de onda describen la probabilidad de que una partícula pueda ser encontrada en determinado lugar... pero no dicen que la partícula no existe (tampoco dicen que sí existe). Los fundadores de la mecánica cuántica trataron de cambiar el

objeto del conocimiento en su ciencia: en lugar de pretender describir “lo que existe” trataron de describir “lo que podemos conocer”. Luego veremos otras alternativas...

Otra de las causas de la disolución del materialismo es la actual comprensión de que lo que llamamos “materia” no es sino “energía condensada”. El lugar que antes ocupaba la materia en la concepción del mundo, hoy lo ocupa la energía. Una de las creencias que sigue sosteniéndose firmemente en el momento actual, es la de la “conservación de la energía”. Todavía puede decirse, en sentido aristotélico, que la energía es la “sustancia” fundamental del universo. De todos modos, esta idea de la energía sigue perteneciendo al mundo clásico, pues a partir de la física cuántica, podría decirse que la “sustancia fundamental” es la información (“lo que podemos conocer”).

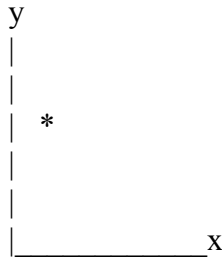
Según el punto de vista desde el cual se observe el universo, puede decirse que “todo es mente”, “todo es forma”, “todo es energía”, y “todo es materia”. Pero la estructura de la conciencia crece, se integra y se supera a sí misma cuando es posible pasar de un punto de vista a otro, para luego establecer relaciones entre todos los anteriores. En este sentido, algunos dijeron que a los objetos se los va conociendo “por rodeo”.

Tanto en física clásica como en física cuántica, cuando se inicia un estudio, se suele elegir un sistema aislado como punto de partida. Por ejemplo, podemos estudiar el sistema solar, o un único átomo, o tal vez dos bolas de billar. Al restringir nuestro estudio a un sistema de este tipo, definimos y simplificamos el problema, pues sería demasiado complicado considerar el universo entero de una vez.

En el caso de la física clásica, se vio que cuando el sistema era muy pequeño – del tamaño de un átomo – las leyes estrictamente deterministas de Newton dejaban de funcionar. De este modo, el dominio de la física clásica quedó limitado a los grandes sistemas, así como el dominio de la geometría de la “tierra plana” está limitado a las áreas pequeñas. Y así como la geometría de la “tierra redonda” puede explicar todo lo que explica la geometría de la “tierra plana” y más, la física cuántica puede aplicarse tanto a los grandes sistemas como a los pequeños sistemas atómicos. Es más general y abarca un ámbito mayor que el de la física clásica por sí misma.

Luego de elegir un sistema para estudiar, el próximo paso para describir el mundo por medio de la física consiste en determinar el estado del sistema. En el caso de la física clásica, la descripción es simple: el estado es, en cada momento, el conjunto de posiciones y velocidades de cada uno de los objetos del sistema. Si consideramos el sistema solar, por ejemplo, el estado estaría dado por las posiciones y velocidades de todos los planetas en sus respectivas órbitas. De modo similar, el estado de dos bolas de billar estaría dado por la posición y velocidad de cada una de las bolas. Por lo tanto para cualquier sistema dado, sucede que puede existir en muchos estados diferentes: las dos bolas pueden estar juntas y en reposo, pueden estar muy separadas y moviéndose rápidamente, una puede estar moviéndose y la otra en reposo, y así siguiendo. Si, para simplificar las cosas, consideramos sus posiciones en una sola dimensión, todos los posibles estados de las dos bolas de billar pueden ser representados como un punto en un gráfico de dos dimensiones, marcando la posición de una bola en el eje x y la posición de la otra en el eje y. Así, señalando un punto en este gráfico, podemos indicar

y hacer conocer el estado de nuestro sistema. A este punto podemos llamarle “punto de estado”.



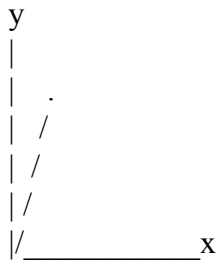
y=posición de la bola 1
x=posición de la bola 2

Dado cualquier estado inicial, las leyes clásicas nos dirán cómo las dos bolas se moverán en el futuro. Así, el punto de estado se moverá en el plano del gráfico, siguiendo una curva correspondiente al estado en cada instante de tiempo. Hay dos características importantes de este movimiento. Primero, el movimiento del punto de estado es suave y continuo: ninguna de las bolas “salta” súbitamente de un lugar a otro, causando una ruptura de la curva. Esto significa que una vez conocido cualquier punto de estado, la curva completa del futuro y el pasado de los puntos de estado queda totalmente determinada. Si sabemos dónde están las bolas en el momento actual, podemos predecir con certeza dónde estuvieron o dónde van a estar. Segundo, el punto de estado representa el estado actual del sistema, el estado que observaríamos si fuéramos a mirar. Por lo tanto cuando observamos las dos bolas, estamos directamente observando el estado, y nuestra observación no modifica el estado en lo más mínimo. Por ejemplo, si Ud. mirara las dos bolas de billar, esta observación no cambiaría sus ubicaciones. En otras palabras, el estado representa con precisión la posición de ambas bolas tanto si son observadas como si no lo son.

Ahora, si nuestro estado es muy pequeño, este método de la física clásica ya no funciona, y debemos utilizar los métodos de la mecánica cuántica. Tomemos el ejemplo de un átomo. Como dijimos anteriormente, se encontró que los electrones tienen sólo ciertas órbitas estables, que son descritas como ondas de probabilidad y no como caminos definidos en el espacio. De este modo, en lugar de describir las “órbitas” como ubicaciones espaciales por las que pasa el electrón, cada una de estas órbitas es representada por una función de onda, que describe matemáticamente las posibles posiciones en que se encontraría el electrón en caso de intentar una medición. Como el electrón no tiene una ubicación definida, sino sólo una ubicación posible, no podemos utilizar el método clásico de “puntos de estado” para describir su estado. Debemos encontrar otro modo de hacerlo.

En mecánica cuántica representamos el estado de un sistema por medio de una función de onda. Ilustremos con un simple ejemplo cómo esta función de onda representa las propiedades potenciales del electrón. Supongamos que nuestro electrón puede existir potencialmente en sólo dos lugares: dentro o afuera de una caja. Antes de que lo observemos, el estado del electrón es descrito como no estando adentro ni afuera de la caja, sino potencialmente en alguna de esas dos ubicaciones. Podemos ahora imaginar que el electrón tiene una gran posibilidad de estar dentro de la caja, y una pequeña posibilidad de estar fuera, o viceversa, o bien que ambas posibilidades son aproximadamente iguales. Si construimos un gráfico de dos dimensiones con la

posibilidad “adentro” en un eje y la posibilidad “afuera” en el otro, el estado puede ser representado como una flecha que apunta más hacia un eje u otro, según cual posición sea la más probable. Así, el estado cuántico puede ser representado como una flecha, o vector, que existe en un espacio de probabilidades. El vector de estado, pues así es como se le llama, apunta en una dirección que determina las relativas potencialidades del sistema.



y= probabilidad de que el electrón esté dentro de la caja.

x= probabilidad de que el electrón esté afuera de la caja.

Como el vector de estado puede tener componentes a lo largo de ambos ejes, el electrón no está actualmente en la caja ni actualmente fuera de ella. Sólo está potencialmente dentro o afuera. El vector de estado o la función de onda representan las posibilidades de que algo exista en un lugar definido del espacio.

Vimos anteriormente que las ecuaciones de Newton permiten mover el punto de estado continuamente dentro del espacio real. De modo similar, las ecuaciones de Schrödinger permiten mover el vector de estado continuamente dentro del espacio de posibilidades. A medida que el tiempo pasa, la dirección de la flecha puede cambiar, significando que la posibilidad de que el electrón esté dentro o fuera de la caja también cambiará. Así, tal como en el caso clásico del punto de estado, el vector de estado se moverá de forma completamente determinada. Pero, cuando efectuamos una medida, aparece una diferencia radical entre lo que pasa con los vectores de estado (cuánticos) y lo que pasa con los puntos de estado (clásicos). En el caso clásico, podemos medir directamente el estado de las bolas de billar sin modificar nada. En ese caso el estado no es potencial, sino que representa algo actual.

En mecánica cuántica el vector de estado representa la posibilidad de algo actual, en lugar de representar algo actual. Pero *no podemos observar una posición “posible”*, sino que, cuando medimos la posición de un objeto, lo encontramos dentro de la caja o bien afuera de ella – jamás potencialmente adentro o afuera a la vez. Por esto, en mecánica cuántica, cuando un sistema es medido, su estado pasa de ser un conjunto de posibilidades a ser algo definido. Cuando el sistema es medido, el vector de estado salta súbitamente y queda apuntando a uno de los dos ejes, en lugar de quedar en una posición intermedia. Es como si pudiéramos ver únicamente una sombra del estado potencial, cuando este se proyecta sobre un eje de actualidad. Por esto, la transición desde lo potencial hacia lo actual es frecuentemente llamada “proyección”.

Una de las más notables características de esta proyección es que el evento actual que se manifiesta en cada caso está determinado únicamente por su probabilidad. Cuando el estado se actualiza, ocurre un salto discontinuo verdaderamente espontáneo. Aunque las leyes determinísticas aún se aplican con respecto a las probabilidades antes de la observación, cuando medimos la posición del electrón, y este se manifiesta ya sea dentro o fuera de la caja, el resultado es impredecible. No está determinado por las particulares circunstancias que rodean el hecho, sino que es verdaderamente

espontáneo. Cual de las posibilidades se manifiesta durante la medición es algo que no está determinado, al menos en principio.

Así es como colapsa, en el reino cuántico, la máquina determinista de Newton. El universo ya no es más una gigantesca maquinaria. Mientras subsiste una ley determinística en el reino cuántico, esta se aplica sólo a un conjunto de probabilidades mientras el sistema no es observado. Cuando se realiza una medición, lo potencial se convierte en actual, rompiendo el determinismo e introduciendo cierta espontaneidad en el mundo.

No es posible predecir cuál estado se convertirá en real; sólo las probabilidades están determinadas. De este modo, una de las premisas del mecanismo Newtoniano ha sido socavada. Mientras la máquina cósmica se derrumba, y su materia se disuelve en probabilidades, el determinismo hace lugar a la libertad.

Pero esta es una “libertad” entre condiciones. Porque si bien existe cierta indeterminación, esta indeterminación tiene límites. El vector de estado responde a una ecuación totalmente causal. Las posibilidades están acotadas. El sistema puede adoptar distintas “posiciones”, pero no cualquier posición. El sistema sólo puede elegir entre opciones. Para poner un ejemplo concreto: en un átomo de hidrógeno el electrón puede estar en diferentes posiciones. Si conocemos su energía, sabemos que no podemos conocer simultáneamente su posición en forma precisa. Por ello se suele representar su conjunto de posibles posiciones como una “nube”. Pero sabemos que, en condiciones normales, el electrón no puede estar afuera de esa nube. Si así sucediese, el átomo de hidrógeno dejaría de ser tal (cosa que podría pasar, pero no obstante, el hidrógeno sigue siendo la sustancia más abundante del universo). Existe indeterminación, pero el conjunto de todos modos mantiene cierta estabilidad. Parece haber una estructura general que contiene y limita todo el juego de posibilidades. Otro ejemplo para ilustrar esta idea: un átomo particular de una sustancia radiactiva puede desintegrarse – o no – en determinado período de tiempo, y no tenemos forma de saber si tal evento sucederá o no, en ese período. Pero respecto del conjunto de millones de átomos que constituyen una masa de, digamos, 100 gramos de esa sustancia radiactiva, sí podemos saber qué sucederá a lo largo del tiempo. Podemos saber qué porcentaje de esos millones de átomos se desintegrará en cierto período de tiempo. Así que, en este ejemplo, la indeterminación subsiste a nivel atómico, pero desaparece a nivel macroscópico. A nivel macroscópico regresa la causalidad y la determinación, salvo que, intencionalmente, el ser humano establezca una conexión causal entre un evento microscópico y uno macroscópico (como en el gato de Schrödinger, que veremos mas adelante). En tales casos, la indeterminación, la probabilística y el azar alcanzan al mundo macro.

Si consideramos exclusivamente procesos macroscópicos, también podemos encontrar relaciones de determinismo y azar: en una gran ciudad es imposible saber si a una persona en particular le ocurrirá o no un accidente callejero en cierto mes, pero sí se conocen las estadísticas de accidentes mensuales, que se cumplen con cierta regularidad a medida que transcurre el tiempo. Hay cierto nivel de determinismo en los grandes números, pero no en los sucesos individuales.

2.7 - Indivisibilidad: la Realidad ¿es Una o es Múltiple?

En el universo mecanicista de Newton, la realidad estaba constituida por materia, que seguía estrictas leyes deterministas, y se pensaba que esta materia estaba compuesta por muchas partículas separadas e independientes. Hasta aquí, en nuestro viaje hacia el reino cuántico, las concepciones materialistas y deterministas han sido socavadas. Primero, encontramos que las partículas no eran pequeños trozos de materia sustancial, sino ondas de probabilidad. Luego encontramos que, mientras que esas ondas de probabilidad estaban en sí mismas determinadas, su proyección hacia el mundo real exhibía espontaneidad. A continuación investigaremos si el mundo cuántico está compuesto, como el clásico, de entidades independientes y separadas. En otras palabras, este nuevo mundo de probabilidades, ¿es “múltiple” o es “único”?

Para simplificar, consideremos un sistema de sólo dos partículas que han interactuado en algún momento del pasado. Supongamos que tenemos una caja, como antes, y que cada partícula puede estar dentro o fuera de la caja. Ahora, cuando observamos este sistema de dos partículas, podemos encontrarlo en cuatro posibles situaciones distintas: 1) ambas partículas dentro de la caja, 2) ambas fuera de la caja, 3) la partícula 1 dentro de la caja y la partícula 2 fuera de ella, y 4) viceversa. De este modo, nuestro espacio de posibilidades para el sistema tendrá cuatro direcciones, y el estado será representado por un vector que señalará en una dirección que será una combinación de esas cuatro direcciones fundamentales. Por ejemplo, si el vector tiene una gran componente en la dirección donde ambas partículas están en la caja, entonces la probabilidad de encontrar las partículas en ese estado será grande. Pero como el vector tiene componentes también en las otras direcciones, habrá una posibilidad (no nula) de encontrarlo en varios estados diferentes en el momento de mirar. El vector de estado representa la posibilidad de encontrar a las partículas en cualquiera de los cuatro estados en los que es posible observarlas.

Es importante notar que *un* vector de estado describe las posibilidades de *ambas* partículas. Por lo tanto, si una de las partículas es medida, el vector de estado del sistema completo resultará proyectado. Al medir una de las partículas, el estado de ambas resulta afectado.

Lo que resulta asombroso de esto es que el estado de la otra partícula cambia instantáneamente – aún cuando la otra partícula se encuentre en otra galaxia. Uno podría pensar al principio que alguna señal más rápida que la luz comunica ambas partículas cuando una es medida. Pero no es necesario recurrir a tan extraña explicación si recordamos que ambas partículas no estaban separadas al comienzo, cuando el vector de estado describía las posibilidades de ambas. En el mundo de las potencialidades, no había dos partículas, sino una única potencialidad que describía las posibilidades para medir, u observar, a ambas. Y como la potencialidad existe en un espacio de probabilidades y no en un espacio físico, la distancia “física” entre las partículas es irrelevante. A pesar de estar separadas en el espacio-tiempo, en el mundo potencial están unidas como si fueran una. Los aspectos complementarios onda-partícula de la materia son así acompañados, respectivamente, por los aspectos de no-localidad y localidad.

En este mundo cuántico, las cosas están interconectadas más allá de los límites del espacio y el tiempo. Más allá del mundo clásico de partículas materiales separadas, existe un mundo que no es separable. En esencia, un “sistema de dos partículas” no consiste realmente en dos partículas separadas, sino en un único potencial que contiene

las posibilidades para las dos partículas. Y un sistema de muchas partículas estará unido de modo similar. Entonces, el universo entero está unido en una onda cósmica de potencialidad viviendo en un vasto espacio de inimaginables posibilidades. Mientras el mundo parece estar formado por muchas cosas separadas entre sí, la mecánica cuántica demuestra que es fundamentalmente Uno.

2.8 - La pérdida de la objetividad: ¿Está la Luna allí cuando nadie la mira?

Este título alude a una objeción textual que hicieron algunos físicos ante la idea de que la realidad pueda “necesitar” la presencia de una conciencia para presentar un aspecto definido, por decirlo de algún modo. Si nadie mira la luna, ¿Ud. cree que la luna deja de existir?, sería otra forma de decirlo. Por supuesto que quien hace esta pregunta está reafirmando la creencia (ciertamente mayoritaria) de que lo que llamamos “realidad” existe con independencia de la conciencia del hombre. Lo que parecen no advertir estos físicos, es que nuestra “realidad” puede no ser sino una creación compartida por toda la especie humana. Un hombre le dice a otro: “todos sabemos que la luna sigue existiendo cuando nos vamos a dormir, etc.”. Es que “todos” comparten un mismo paisaje. Un paisaje muy distinto al que experimentan otras especies (para las cuales la luna puede no existir), y también muy distinto al de los hombres de la antigüedad. La imagen humana del universo ha ido creciendo incesantemente en concordancia con el avance científico y tecnológico. Se trata de una creación conjunta histórica y social. Que dicha construcción coincida con “la realidad misma” es justamente lo que se está poniendo en duda en todo el juego de ideas de este ensayo. Decir que la luna sigue existiendo cuando nadie la mira no es más que una creencia. También puede ser una creencia la afirmación contraria. Pero las creencias nunca se advierten como tales; por el contrario, se perciben como realidades evidentes, hasta que son superadas – y puestas en evidencia - por el desarrollo de la conciencia.

Al continuar la exploración del mundo cuántico, las cosas se vuelven aún más extrañas. Con la evaporación de la materia, el determinismo, y finalmente la divisibilidad, nuestro héroe Schrödinger comenzó a sentirse un tanto preocupado, pues a medida que profundizaba en aquel territorio desconocido, alcanzó a ver ciertas cosas verdaderamente extrañas. Lo que más perturbaba a Schrödinger era el hecho de que, cuando un átomo no era observado, podía estar en un estado potencial pero luego – por el simple hecho de observarlo (o medirlo) – de algún modo efectuábamos la proyección desde lo potencial hacia lo actual. Para ilustrar esta extraña situación, Schrödinger imaginó la realización del siguiente experimento en el cual participa un gato.

Imaginó la disponibilidad de un átomo radiactivo, que puede espontáneamente decaer, transformándose en un elemento diferente. De modo que cuando observemos a este átomo, lo encontraremos en uno de dos posibles estados, mutuamente excluyentes: decaído o no-decaído (esto es enteramente análogo al electrón estando dentro o fuera de la caja). Pero si no observamos al átomo, su vector de estado puede estar potencialmente en ambos estados, señalando parcialmente en la dirección “decaído” y parcialmente en la dirección “no-decaído”. Inicialmente, por supuesto, el átomo estaba

en el estado no-decaído, de modo que el vector de estado señalaba hacia el eje no-decaído. Pero a medida que Schrödinger espera, hay una mayor probabilidad de que pueda encontrar al átomo decaído. A medida que el tiempo pasa, el vector de estado tiene una menor componente sobre el eje no-decaído, y una mayor componente sobre el eje decaído. Pero el punto principal es que, mientras Schrödinger no efectúe una observación, el átomo no está actualmente en uno u otro estado, sino sólo potencialmente decaído o no-decaído.

Ahora Schrödinger imagina que coloca el átomo radiactivo, un detector, un martillo, una botella con veneno, y el gato, dentro de una caja. Arregla todo de modo que cuando el átomo decaiga, el detector registre el hecho, y haga que el martillo rompa la botella con veneno, matando al gato. Schrödinger cierra la caja y espera unos minutos. Como ahora el estado del gato depende directamente del estado de la botella, que a su vez depende del estado del átomo, cuando Schrödinger abre la caja para observar al gato, lo verá vivo si el átomo no ha decaído, o lo verá muerto si el átomo ha decaído.

¿Cuál es el estado del gato cuando la jaula está cerrada? En tal caso, estamos forzados a decir que el gato está en un estado similar al del átomo: no está actualmente vivo ni muerto, sino en un estado potencial: posiblemente vivo, posiblemente muerto. Mientras puede no resultar extraño pensar acerca de los pequeños átomos como no teniendo un estado actual, parece ridículo pensar acerca de un gato de esta manera. ¿Puede ser cierto que en el reino cuántico aún los gatos estén en estados potenciales? ¿Y puede ser que simplemente porque Schrödinger abre la caja el estado potencial del gato se convierte súbitamente en un estado actual?

Un físico clásico, que no se haya aventurado en el extraño mundo cuántico consideraría estas ideas como un sinsentido: “es imposible que un gato esté en un estado semejante”. Pero esta reacción es similar a la de un marinero rodeado de tierra que considera la redondez de la tierra como un disparate: “es imposible que mi lago sea redondo”. Verdaderamente, la esfericidad es difícil de detectar a tan pequeña escala. Pero un marinero de horizontes expandidos reconocería que el lago, como la tierra sobre la que descansa, debe ser ligeramente curvo en su superficie. Similarmente, a pesar de que es imposible a todo efecto práctico detectar los extraños efectos cuánticos en objetos grandes como los gatos, si nos atrevemos a expandir nuestros horizontes clásicos hacia el mundo cuántico, reconoceríamos el hecho de que los gatos, como los átomos que los componen, pueden estar en estados potenciales. Nos guste o no, así es como el mundo realmente funciona, debajo de la ilusión del mecanismo clásico, y debajo de la ilusión de que existe un mundo “afuera”, independiente de nuestras mediciones.

Convengamos de todos modos que el experimento imaginario de Schrödinger constituiría un evento completamente atípico en la naturaleza. En condiciones normales, la desintegración de un (único) átomo no tiene consecuencias detectables en el mundo macroscópico. En este experimento, se establece una relación causal entre un evento microscópico y un evento macroscópico. ¿Existen este tipo de relaciones en la naturaleza? Podría pensarse en la reacción atómica en cadena que provoca una detonación nuclear, pero ese sería también un artificio creado por el hombre...

A veces se habla del “efecto mariposa” (una mariposa bate sus alas en Japón y esto desencadena una tormenta en EEUU), pero no queda claro si eso corresponde a una realidad observable, a una suposición, o a una alegoría para representar la interdependencia de los sistemas entre sí. Porque las relaciones causales, en general,

se producen entre objetos de una misma escala, o desde los ámbitos mayores hacia los menores, pero no en sentido inverso. Por ejemplo, la muerte del sol ocasionaría el fin de la vida en la tierra, pero el fin de la vida en la tierra no ocasionaría la muerte del sol.

La pregunta que se impone ahora es: ¿tiene sentido pensar a la realidad macroscópica (cotidiana) como existiendo en un estado de superposición de posibilidades? Sería como ver el gato vivo y muerto a la vez... Incluso cuando observamos (por medio de instrumentos) el mundo microscópico, siempre percibimos algo definido. Jamás “un estado de superposición”. Para nosotros siempre existe una única realidad. Al menos es lo que nos muestran los sentidos y la conciencia...y, no obstante, la mecánica cuántica permite calcular la probabilidad de un posible resultado. Por lo tanto no podemos decir que se trate, simplemente, de una idea abstracta sobre el mundo. Parece ser una teoría que describe - oscuramente - cierto aspecto de la realidad.

La extrañeza que provoca “el gato de Schrödinger, ”, proviene del hecho de pensar a la realidad como existiendo, independientemente de la conciencia del hombre, en un estado de superposición. Pensar en una realidad en la que el gato está vivo y muerto a la vez. Pero en principio, es una realidad imaginaria. Una realidad que nunca percibimos (aunque esto no excluye la posibilidad de que el mundo sea realmente así). Por el momento, mientras no abramos la caja lo que podemos decir es que “no sabemos en qué estado se encuentra el gato” (aunque podríamos calcular probabilidades). Cuando abramos la caja la realidad será única y definida.

Aparentemente, si se puede establecer una relación causal entre un evento microscópico y un evento macroscópico, todo lo que se piense sobre un ámbito podría trasladarse al otro. ¿Será esto realmente así?

De todas maneras, este tipo de experimento, que podría realizarse en el mundo físico (no sólo en términos imaginarios), representa una suerte de “interferencia” de la conciencia humana con el orden habitual del universo. Tal vez resida aquí una clave para entender el fenómeno del “colapso de la función de onda” que tiene lugar ante lo que los humanos llamamos “una medición”. No existen “mediciones” sin la participación de los humanos. Un animal puede detectar el movimiento de objetos que comparten su propia escala, pero nunca podría detectar el paso de un electrón por una rendija.

Esto nos lleva a una segunda y más misteriosa cuestión: ¿qué es lo que transforma el estado del gato desde lo potencial hacia lo actual? ¿qué es lo que proyecta al vector de estado hacia uno u otro de los ejes? Un físico clásico, en un intento por retener el mundo actual de objetos grandes, podría proponer que la proyección tiene lugar cuando el sistema “se hace grande”, y puede por lo tanto ser tratado con la vieja física clásica. Pero ¿qué tan grande debe ser? ¿dos átomos, diez átomos, mil? Pensar que el tamaño determina la proyección es algo arbitrario. Además, esta solución ni siquiera tiene sentido, pues si uno o dos átomos pueden estar en un estado potencial, lo mismo puede suceder con tres o cuatro, o cincuenta o cinco mil. El tamaño es algo gradual, mientras que la actualidad no lo es. Decir que el sistema súbitamente se actualiza cuando se vuelve “suficientemente grande” es como si nuestro marinero dijera que cuando el lago es suficientemente pequeño repentinamente se vuelve perfectamente plano. Lo que el marinero debería decir es que cuando el lago es suficientemente pequeño, *parece* ser realmente plano, cuando en realidad es aún levemente curvo. Similarmente, cuando

nuestro sistema es suficientemente grande, *parece* como si estuviera en estado actual, cuando en realidad está en un estado potencial. Debemos ser cuidadosos para no trasladar las ilusiones clásicas al mundo cuántico.

Así que los estados potenciales no se actualizan por sí mismos cuando el sistema se vuelve “suficientemente grande”. Pero ¿cuándo se actualizan? Aún no hemos respondido a esta difícil cuestión. En un intento por resolver este problema, Eugene Wigner, uno de los tantos físicos que exploraron el recién descubierto reino cuántico, hizo una propuesta radical.

Wigner comenzó por llevar la paradoja del gato de Schrödinger un paso adelante. ¿Qué hubiera pasado, se preguntó, si él pusiera otra caja conteniendo tanto a Schrödinger como a la primera caja?. Ahora Schrödinger está en una nueva caja, y como el estado de Schrödinger depende de lo que él ve cuando mira al gato, el depende - en última instancia - del estado del átomo también. Así que, mientras Wigner no abra la caja grande, ¡Schrödinger estará en un estado potencial como lo estaba el gato! El vector de estado estará en un espacio de posibilidades con dos direcciones: 1) “Schrödinger viendo un gato vivo” y 2) “Schrödinger viendo un gato muerto”, dejando al pobre Schrödinger en suspenso potencial hasta que Wigner decida abrir la gran caja. Pero ahora podemos preguntar, ¿Qué nos impide poner a Wigner y su caja en otra caja mayor? Después de todo, Wigner está formado también por átomos, como Schrödinger y el gato. De este modo, Wigner quedaría también en un estado potencial. Por extensión, podemos ver que, debido a que no hay nadie afuera del universo para observarlo, el mundo entero estaría para siempre en un estado potencial, sin cosa alguna que pueda llevarlo a un estado actual. ¿Hay forma de evadir este absurdo?

Tal vez no sea tan “absurdo”, sino un aspecto de la verdadera naturaleza de las cosas. Tal vez el universo determine únicamente el ámbito de “lo posible” y cada ser viviente - o cada especie – genere su propia “realidad” en función de las capacidades de su conciencia. Tal es – en términos generales – el planteo de algunos que asignan a la vida un papel esencial en la existencia del universo. Como ejemplos pueden citarse las teorías de Roger Penrose y Stuart Hameroff, y el libro “Biocentrism” de Robert Lanza (2).

En este último caso, Lanza propone una hipótesis interesante en base al ya mencionado experimento de mecánica cuántica llamado “experiencia de la doble rendija con borrador cuántico” (que veremos luego), donde parece que se forman figuras correspondientes a un evento que aún no ha sucedido, violando la concepción tradicional del tiempo. Lanza propone entonces que el ser humano “inventa” un pasado para dar coherencia a su visión del mundo. El punto tiene su importancia, pues si - de acuerdo al relato científico actual - la vida surgió miles de millones de años después del comienzo del universo, ¿cómo puede sostenerse que es un factor esencial para la existencia de este último? Según Lanza, esa teoría del origen del universo es, también, una creación humana (una “deducción”) que resulta de nuestro modo de entender el tiempo.

En principio, es raro que los gatos puedan estar en un estado potencial; pero, pensar que los humanos también pueden estar en semejante estado, resultó intolerable para Wigner. Así que, para salir de este enredo, Wigner propuso que la proyección ocurre con la participación de una conciencia no física. Cuando Schrödinger abre la jaula y

mira hacia el gato, primero sus ojos están en un estado potencial, “ojo con imagen de gato vivo” y “ojo con imagen de gato muerto”. Luego, su cerebro está en un estado potencial, “experimentando ver un gato muerto” y “experimentando ver un gato vivo”. Pero es en este punto donde no podemos ir más allá, Wigner argumenta, pues Schrödinger es únicamente consciente de una experiencia o de la otra. Y no debería existir duda acerca de esto para él: es indudable el hecho de que cualquier cosa que aparezca en su conciencia estará actualmente en un estado o en otro. Cuando él ve al gato este está siempre vivo o muerto (actualmente en un estado u otro). Jamás él es consciente de un gato en una combinación potencial de dos estados mutuamente excluyentes. Por esto, argumenta Wigner, lo potencial debe actualizarse cuando aparece en la conciencia de Schrödinger. Ningún ente físico – ni el gato, ni el ojo, ni el cerebro – puede proyectar el vector de estado. Sólo una conciencia no física puede hacerlo. El salto se detiene ante la conciencia.

Increíblemente, para poder explicar la existencia de resultados únicos y definidos en las mediciones, estamos forzados (según Wigner) a reconocer la existencia de una conciencia no física. El mundo no puede ser solamente un conjunto de materia inerte, una colección de objetos. Debe existir también un sujeto, una conciencia separada de los objetos, que es consciente de ellos. Existe un argumento similar en el contexto de la física clásica. Consideren estas simples preguntas: ¿cómo es que vemos algo, en términos generales? ¿hay algo como un pequeño TV en nuestra cabeza? pero entonces ¿Quién es el que lo mira? Al tratar de explicar la percepción por medio de un cerebro, o un TV, o cualquier otro mecanismo material, lo único que hacemos es agregar más objetos, sin explicar la cuestión de fondo: ¿qué es lo que “ve” cualquiera de estos objetos, en definitiva?. Una salida de esta infinita regresión es reconocer que existe una conciencia subjetiva separada de los objetos. Del mismo modo, para explicar la existencia en general, reconocemos que existe un sujeto, o conciencia, que por su propia naturaleza, no es otro objeto físico del sistema. Así, cuando un objeto no está en tu conciencia – sea un átomo, una botella, un gato, tu propio cuerpo, un pensamiento en tu cerebro – ello está (según la interpretación de Wigner de la mecánica cuántica) en un estado potencial.

La interpretación que propone Wigner dice así: la conciencia humana presente en los individuos es lo que proyecta el estado potencial hacia un estado actual. Así, no sólo la conciencia de Wigner puede proyectar el estado del gato, sino que también puede hacerlo la conciencia de Schrödinger o la de cualquier otra persona en general. Esta solución no sólo resuelve el problema de la proyección, sino que también evita que Schrödinger tenga que existir en un estado potencial, cosa intolerable para Wigner, como ya se comentó. Pero la restricción que hace Wigner respecto de que tal conciencia deba ser humana trae consigo serios problemas.

El primer problema con el enfoque de Wigner es que otorga un inexplicado estatus especial a la conciencia humana. ¿Porqué la conciencia humana puede “actualizar” al gato pero la de un mono no podría hacerlo? Y si otorgamos conciencia a los monos, ¿porque no hacer lo mismo con los gatos? ¿Y porque no, luego, con los ratones? ¿Y que tal los insectos? ¿Donde ponemos la línea? Si suponemos la existencia de una conciencia en todos los escalones hacia “abajo”, llegaríamos hasta las partículas, pero entonces ellas se observarían a sí mismas continuamente, y nunca existirían en estado potencial, contradiciendo la evidencia experimental.

De acuerdo a la argumentación de Wigner, el reconocimiento de objetos equivale a su proyección desde el estado potencial al estado actual. Reconocer un objeto es salir del campo de lo potencial para entrar en el mundo del espacio y el tiempo, donde los objetos son concretos y no meras posibilidades. Es evidente que los gatos y demás animales reconocen los objetos físicos de un modo similar al nuestro. La conciencia de todos los seres vivos – a pesar de sus diferencias según especie - funciona constituyendo objetos “mentales” a partir de las percepciones que se tienen del medio. Siempre objetos definidos, fuera del campo de lo potencial. Claramente, no puede decirse lo mismo de las partículas. Estas carecen de la complejidad que tiene la vida, aún en sus exponentes más simples. Aquí parece haber una clara distinción, una posibilidad para trazar un límite... si es que se llega a comprobar que es efectivamente la conciencia la responsable de la llamada “proyección”.

Aún si fuéramos capaces de dibujar una clara línea en algún punto entre la conciencia humana y la conciencia animal, ¿a qué edad adquiere el ser humano la habilidad para actualizar gatos? ¿a los diez años? ¿en el nacimiento? ¿cuando es aún un feto? ¿en el momento de la concepción? El desarrollo de un organismo es una cuestión gradual, mientras que la proyección desde lo potencial hacia lo actual no lo es.

Es sabido que los bebés en sus primeras etapas no pueden hacer distinciones entre la masa de percepciones recibidas. Efectuar diferenciaciones es esencial para poder constituir objetos de conciencia, habilidad con la cual comienza el desarrollo de la conciencia en el bebé, y tal vez su posibilidad de “actualizar gatos”. Tal vez la llamada “actualización” ocurre cuando la conciencia logra estructurar un nuevo objeto dentro de sí. Este nuevo objeto surgiría como resultado de la interacción entre la conciencia (actual) y el mundo (potencial). Pero el resultado es el mismo para todas las conciencias de un cierto nivel: si dos personas (y no sólo una) abren la caja de Schrödinger, ambas perciben la misma realidad. Para ambas, el gato aparece vivo o muerto. El modo en que se produce esta interacción entre la conciencia y el mundo continúa siendo un misterio...

Esta solución es por lo tanto muy arbitraria, y recuerda a la idea de que las cosas se actualizan cuando adquieren un tamaño suficiente; sólo que Wigner ha escogido a la “conciencia humana” como la propiedad que determina cuándo el mundo se vuelve actual. Considerando que la conciencia es una propiedad observable en los organismos biológicos, el término “conciencia humana” resulta a la vez ambigua y problemática. No es sorprendente, por lo tanto, que muchos físicos hayan rechazado la propuesta de Wigner y continuado en la búsqueda de otras explicaciones para el problema de la medición. Sin embargo, habiendo transcurrido décadas, el problema sigue sin resolverse.

Para exponer los problemas inherentes a la propuesta de Wigner, observemos el argumento que considera a la conciencia humana como algo especial. “Bien”, dice Wigner, “supongamos que Schrödinger estaba en un estado potencial antes de que yo lo mirara. Ahora, luego de mirarlo, le pregunto a Schrödinger qué sentía antes de que yo lo mirara. Seguramente el no va a decir que se encontraba en un estado potencial! Por lo

tanto, concluye Wigner, “Schrödinger debe haber estado en un estado actual antes de que yo lo mirara”. A pesar de que este argumento de Wigner parece convincente, no prueba cosa alguna. Supongamos que reemplazamos a Schrödinger con un robot sofisticado. El robot tampoco diría que estaba en un estado de superposición, pues cuando Wigner lo mira, el robot se actualiza en un estado que incluye el registro de un gato vivo o un gato muerto. Similarmente, cuando Wigner mira a Schrödinger, Schrödinger se actualiza en un estado “Schrödinger con memoria de haber visto un gato vivo” o “Schrödinger con memoria de haber visto un gato muerto”. Así que no hay evidencia de que Schrödinger sea diferente a un robot o a un gato. Después de todo, en lo que a Wigner concierne, el cuerpo y el cerebro de Schrödinger está formado por átomos iguales al átomo radiactivo, todos los cuales estarán en estados potenciales hasta que Wigner los observe.

Wigner cometió el error de objetivar al sujeto: el le dio a un objeto material (el cuerpo de Schrödinger) la propiedad de ser un objeto consciente. Wigner no tiene forma de saber con certeza si Schrödinger es consciente de algo, por lo tanto no tiene fundamento para asegurar que Schrödinger o cualquier otro humano es el responsable de la proyección desde lo potencial hacia lo actual. La propuesta de Wigner es tan arbitraria e inverificable como la que asegura que el tamaño de los objetos es el responsable de la proyección. Este tipo de ambigüedad es una de las razones por la cual muchos físicos objetan la incorporación de la conciencia al ámbito de la física, como propone Wigner.

A pesar de este problema, que es inherente a la propuesta de Wigner, este puede aún mantener absoluta certeza sobre algo. Wigner no puede saber si alguien más es consciente, pero sabe con certeza que él lo es. Hablando estrictamente, Wigner sólo puede tener absoluta certeza de “su” conciencia. Por lo tanto, el único momento en que Wigner puede estar absolutamente seguro de que el estado potencial ha dado paso al estado actual, es cuando el resultado definido de una medición aparece en su conciencia. Wigner fue rechazado por su negación de la existencia de otros, y ello es comprensible: todo esto parece implicar solipsismo, la visión de que él es el único sujeto, el único ser consciente y que todos los demás son sólo objetos, como robots o máquinas, en su conciencia. Además, el mismo argumento podría aplicarse a cada uno de nosotros: el único sujeto consciente del que puede estar seguro es Ud. Mismo. Su conciencia es responsable por la proyección desde lo potencial a lo actual.

Otro aspecto que agrega confusión es el siguiente: supongamos que Wigner ha puesto a Schrödinger y su pequeña jaula en una jaula mayor. Pasado un tiempo, puede suceder que Schrödinger abra la jaula, dando por terminado el estado potencial del gato, que ahora se encuentra (para Schrödinger) en un estado actual. Pero si en ese momento Wigner aún no ha abierto la jaula grande, resulta que para Wigner tanto Schrödinger como el gato se encuentran en estado potencial. Lo que para una conciencia sería un estado actual, para la otra sería un estado potencial. Esto no sería difícil de aceptar si se piensa en realidades válidas sólo para cada conciencia en particular, pero si por “estados potenciales” y “estados actuales” se pretende decir algo definido acerca del mundo físico, la cuestión se complica. Y según parece, en todo este desarrollo se supone que la conciencia efectúa una operación transformadora de la realidad física. En la “experiencia de la doble rendija” (que veremos en detalle más adelante) parece evidente que el proceso de medición, por sutil e indirecto que sea,

termina afectando siempre al modo en que se manifiesta la realidad física. Faltaría ver ahora, si el proceso de medición puede ser equiparado a una operación de la conciencia, o si puede ser comprendido sin participación de la misma.

Veamos. Los experimentos de la física cuántica utilizan normalmente ciertos aparatos para efectuar las mediciones del caso. Por ejemplo, en el experimento de la doble rendija con fotones, se utiliza un dispositivo para medir la polarización de los fotones incidentes. Algunos físicos interpretan entonces que eso “prueba” que no es necesario un observador humano para lograr el colapso de la función de onda y la consiguiente actualización. Realmente sucede que no es necesario que el investigador “mire” cual es la polarización resultante para que el sistema entregue una figura correspondiente al colapso de la función de onda (actualización). Pero el punto es que si el investigador quisiera hacerlo, el aparato estaría en condiciones de entregar tal información. Obviamente ha sido necesaria una conciencia humana – altamente cualificada - para armar todo el dispositivo que permite realizar tal experiencia y para interpretar los resultados. Tal conciencia otorga un sentido a los resultados. Sin tal conciencia, el aparato ni siquiera llegaría a existir. Por lo tanto, no tiene sentido decir que “el aparato es el que produce el colapso de la función de onda”. Siempre hay un humano detrás del aparato, aunque momentáneamente mire hacia otro lado. Y el “mundo” responde de un modo característico ante esta particular intervención de la conciencia del hombre. Ahí está el misterio...

Así, para corregir el error de Wigner consistente en adjudicar conciencia a los objetos, estamos aparentemente forzados a aceptar el solipsismo: para Ud. No hay certeza de que algo exista aparte de Ud. y su mundo. Para Wigner, la única certeza es él mismo y la existencia de su mundo. ¿Hay entonces millones de personas fragmentadas experimentando su mundo personal sin aparente conexión entre ellos? ¿Un mundo para Ud., un mundo para mi, un mundo para Wigner? Pero el único mundo del cual Ud. puede estar seguro es el suyo...

El primer problema que resulta de esta situación es el relacionado con la identificación de los sujetos conscientes. En su mundo Ud. reclamará ser el verdadero sujeto responsable por la actualización del mundo, mientras que otros argumentarán (cada uno) que, en realidad, ellos son los observadores del mundo, mientras Ud. es sólo un objeto en su conciencia. No obstante, Ud. sabe que ellos están absolutamente equivocados. Así que tenemos una proliferación de sujetos conscientes, cada uno de los cuales reclama ser el único sujeto que existe. Hay una argumentación irresoluble acerca de quién es el responsable de la existencia de los demás.

Una posible salida al problema del solipsismo reside en la comprensión de que existe una identidad estructural esencial entre las distintas formas de conciencia. Así como (todas) las formas de vida en el planeta Tierra parecen provenir de antepasados comunes, lo mismo puede pensarse respecto de las formas de conciencia correspondientes a las distintas especies. Todas estas formas de conciencia comparten una estructura esencial, y ello se verifica en la interacción de los animales entre sí, en su interacción con el hombre, y obviamente también, en la interacción de los hombres

entre si. Tal identidad estructural permite entre otras cosas, la existencia de un lenguaje como forma de comunicación entre las conciencias.

Si la conciencia es realmente responsable por la actualización del mundo, considerando lo que acabamos de decir, no sería difícil concebir la constitución o actualización de un mundo (coherente) común correspondiente al “trabajo” de estas formas de conciencia, unidas como están por una esencial identidad estructural. Puede verse un desarrollo que incluye algunos puntos relacionados con este tema en nuestra conferencia “Estructuras en el Universo”, que forma parte del libro “Un Método para Pensar”, en la siguiente dirección:

<https://cehr.files.wordpress.com/2017/07/un-metodo-para-pensar-web.pdf>

En la raíz de este problema subyace el hecho de que el solipsismo no elimina completamente la objetivación del sujeto. Nos vemos atrapados en el solipsismo únicamente porque aún pensamos a la conciencia como una propiedad del psiquismo y el cuerpo, cuando en realidad, nuestro propio cuerpo, nuestros pensamientos y sentimientos son todos objetos que aparecen en nuestra conciencia. El sujeto consciente no puede “pertenecer” a ningún objeto, y esto incluye a nuestros pensamientos y a nuestro cuerpo, así como a los demás humanos como Wigner y Schrödinger. Así como sería un error atribuir conciencia a los objetos tales como Schrödinger y demás personas, ¡es también un error atribuirle conciencia a los objetos que constituyen nuestra mente y nuestro cuerpo! Todo lo que podemos decir con seguridad es que existe una conciencia, y que un completo mundo de experiencia, que incluye a nuestros pensamientos y sentimientos, aparece en ella.

Una vez que esta última objetivación del sujeto es reconocida, hemos resuelto el primer problema, porque ya no podemos pensar que los demás son sólo objetos en “nuestra” conciencia personal. Ahora nosotros somos también objetos en nuestra conciencia. Y cualquiera coincidirá con nosotros en este punto. “Si”, dirá cada uno, “hay una conciencia. Este cuerpo y estos pensamientos están en ella, y cada uno está en ella también”. Las personas ya no pueden decir “tu eres un objeto en mi conciencia”. No porque los demás no sean objetos en la conciencia, sino porque la conciencia ha dejado de ser “mia”.

En este punto sucede algo asombroso. ¿Qué razón existe para pensar que la conciencia en la cual aparece el propio mundo personal es diferente de la conciencia de otro? Cada persona es única, y percibe un mundo único que surge ante ella de acuerdo a su propia perspectiva. Pero tanto la persona como el mundo surgen ante el sujeto, ante la conciencia en si. ¿Es acaso el sujeto del mundo de Wigner diferente del sujeto del mundo de Schrödinger? Considere lo que significaría cambiar lugares con un amigo suyo, digamos por ejemplo Wigner. Intercambiar únicamente los cuerpos, pero no los cerebros, le daría una buena aproximación, pero Ud. no sabría lo que es ser Wigner a menos que también intercambiaran sus cerebros. Aún si Ud. pudiera estar en su cuerpo, no tendría sus memorias y habilidades, que le permitirían experimentar cómo es ser Wigner en esencia. Así que Ud. decide cambiar lugares completamente – cuerpo, cerebro, memorias, todo. Pero para saber realmente cómo es ser él, Ud. debería también dejar atrás a sus propias memorias, ya que parte de lo que hace único a Wigner consiste en no tener las memorias que Ud. tiene. Por lo tanto Ud. efectúa este intercambio completo, y ahora vive como Wigner por un día o dos, para luego retornar y ser

nuevamente “Usted mismo”. Pero dado que ninguna de las memorias fueron intercambiadas, cuando Ud. retorne, ¿será como si nunca hubiera ocurrido un intercambio! Cuando Ud. era Wigner, Ud. no lo sabía, y cuando regresó, no supo tampoco que se había “ido”. De manera que Ud. podría estar cambiando hacia un lado y hacia el otro repetidamente a lo largo del día, y su psiquismo jamás lo sabría; “Usted” jamás lo sabría. Pero si este fuera el caso, ¿cuál es entonces la verdadera diferencia entre su conciencia y la de Wigner? En su verdadera esencia, Usted es su amigo. Hay una única conciencia, un único sujeto, que percibe ambos mundos. La conciencia no está atada a objeto alguno ni a ninguna persona particular.

El autor (Mc Farlane) se encuentra decididamente en una línea de interpretación dualista de la relación mente-cuerpo. Es en ese sentido que (pienso) se debe interpretar la afirmación de que Schrödinger es un objeto al que no se le puede atribuir conciencia. Se refiere a Schrödinger considerado como objeto físico. Para el autor la conciencia es un ente no físico, compartido (tal vez) por todos los seres vivientes. Sería una Conciencia Universal...

Por lo tanto, el error que conduce al solipsismo es la objetivación del sujeto, o la creencia de que la conciencia está atada a un psiquismo particular. En realidad, el psiquismo es un conjunto de objetos en la conciencia. La idea de la existencia de conciencias separadas es una ilusión que resulta del no reconocimiento de aquel hecho. Como Schrödinger mismo escribió: “la pluralidad que percibimos es sólo aparente, no es real”. En realidad, hay un sólo sujeto consciente, y ese es Ud.

Lo que diferencia a las personas entre sí, son las particularidades de educación, biografía, etapa histórica, medio social, etc. etc. Si bien estos elementos determinan la estructura particular de cada conciencia, y por lo tanto la forma que cada una tiene de percibir el mundo, no modifican el hecho fundamental, que es el hecho de actuar como conciencia en el mundo. Todas las conciencias, a su modo, cumplen esa función. Si uno piensa que debe existir un ente “no físico” para que esto sea posible, es claro que ese ente estaría por encima de estas diferencias: sería igual para todos. Podría postularse la existencia de una suerte de “sustancia consciente universal” que, introduciéndose en cada ser viviente en el momento de la gestación, utiliza su “equipamiento” particular para obtener una correspondiente percepción del mundo (¿será esto lo que pesa 21 gramos?)...

Aunque hemos resuelto el problema de la proliferación de los sujetos, tenemos aún otro problema por resolver. Este segundo problema se relaciona con los mundos fragmentados de los cuales este sujeto es consciente. ¿Cómo es que estos mundos - experimentados separadamente - pueden integrarse para hacer surgir un mundo objetivo compartido? En realidad, no necesitamos de las paradojas de la mecánica cuántica para ver que esto es un problema. ¿No sucede acaso que los individuos viven en sus mundos separados, experimentando la vida desde el punto particular de su cuerpo, e inmersos en una cierta cultura durante un lapso de tiempo? Ciertamente Ud. ve diferentes cosas que las que ve Wigner. Ud. experimenta cosas diferentes que su amigo. Aún en el caso en

que ambos estén mirando un mismo objeto, cada uno lo ve desde diferentes puntos de vista y cada uno experimenta diferentes reacciones. Estrictamente hablando, no hay dos personas que vivan en el mismo mundo experiencial. Consecuentemente, la noción de un mundo objetivo – el hecho de que podamos experimentar el mismo “mundo exterior” – resulta cuestionable. Podemos decir que es *como si hubiera* un mundo objetivo cuya realidad compartimos, pero en realidad cada uno de nosotros experimenta su propio mundo de fenómenos personales. En este sentido, la búsqueda de la ciencia para descubrir las leyes del mundo objetivo “exterior” parece no ser más que una abstracción útil. Lo único que experimentamos directamente son los diversos mundos de la experiencia. Y aún en el caso en que existiera un único sujeto común a todos estos mundos, aún sigue pareciendo como si se tratara de mundos independientes, cada uno centrado alrededor de un psiquismo particular. Aparece un mundo relacionado con su psiquismo, y otro totalmente diferente relacionado con el psiquismo de Wigner. Así que seguimos teniendo un serio problema relacionado con esta idea de la “objetividad”.

Reiteramos aquí lo ya comentado previamente: los diferentes “mundos” que se presentan a cada conciencia individual guardan entre sí cierta identidad estructural. Todos estos “mundos” se corresponden estructuralmente con las conciencias que los perciben y tal vez, actualizan. Pero todas las conciencias nacen a su vez de un tronco común, generándose unas a partir de otras, del mismo modo en que lo hacen los seres vivos en general. Por ello existe una identidad estructural, es decir, formas básicas comunes, por debajo de la gran diversidad de formas existente. Mas adelante veremos nuevos planteos sobre el tema de la intersubjetividad.

Mientras podría parecer que la objetividad se ha perdido por completo, lo que sucede es que ha tomado nueva forma. Para comprender lo que ha pasado con la objetividad, será útil trazar una analogía con la teoría especial de la relatividad de Einstein. Esta teoría mostró dos cosas importantes. Primero, que todas las mediciones del tiempo y el espacio son relativas – dependen del punto de vista, o sistema de referencia, del observador. Segundo, las leyes de la naturaleza no dependen del punto de vista – todos los mundos son gobernados por las mismas leyes. El modo en que la naturaleza se muestra ante cada persona, depende del punto de vista que esta tiene, pero las leyes de la naturaleza son independientes del punto de vista. La objetividad no existe en los diversos mundos aparentes; sólo puede aplicarse al conjunto de leyes que son comunes a todos ellos.

Aquí se utiliza el término “punto de vista” en sentido físico, para referirse a la posición espacial del observador respecto del objeto observado. Tal es el sentido y el alcance de la teoría de Einstein. Pero si ampliamos el alcance del concepto “punto de vista” para referirnos al interés y al marco general desde el cual toda conciencia observa al mundo, de ningún modo puede decirse que “las leyes de la naturaleza son independientes del punto de vista”. Esto significaría otorgar a tales “leyes” el rango de “realidad objetiva”, mientras que sabemos que toda ley responde al conocimiento provisorio que el hombre ha logrado con respecto al mundo. Las leyes de Newton, por ejemplo, fueron desplazadas por la física del siglo XX, y el mismo destino tendrán

seguramente las “leyes de la naturaleza” que participan del conjunto de creencias del momento actual. Toda visión del mundo y toda “ley” depende en última instancia del desarrollo de la conciencia humana.

Niels Bohr, el padre de la revolución cuántica, escribió que un estudio de estas dos teorías revolucionarias del siglo 20 (la relatividad y la cuántica) “revelan impactantes similitudes en lo que concierne a renunciar a la significación absoluta que se otorga a los atributos convencionales de los objetos”. Por lo tanto, dice, “[debemos usar la palabra] *fenómeno* en forma exclusiva, para referirnos a las observaciones obtenidas bajo circunstancias específicas”. En otras palabras, el mundo fenoménico que aparece ante nosotros no es objetivo, ni absoluto, sino relativo. Hablar del estado “actual” de un objeto sin hacer referencia a un observador carece de sentido en mecánica cuántica, así como carece de sentido hablar de la duración “actual” de un intervalo de tiempo sin referencia a un observador en relatividad. El estado “actual” que Ud. experimenta es sólo una particular proyección del mundo de lo potencial, como vacilantes sombras proyectadas sobre las paredes de una caverna. Y la particular apariencia de las sombras dependerá de la posición de la luz, en relación con su punto de vista.

Además, así como no hay un marco de referencia preferido en relatividad, no existe un punto de vista mejor que otro. El mundo aparente que se manifiesta en su marco de referencia es diferente al mundo aparente que corresponde al marco de referencia de su amigo, pero ambos son igualmente válidos en lo fundamental. A pesar de que todos los puntos de vista son creados del mismo modo, cada uno consiste en una expresión única y particular del mundo. Así como la sombra de un objeto, proyectada por la luz desde cierto ángulo, no es más verdadera ni falsa que la sombra proyectada por la luz desde un ángulo diferente, el punto de vista de una persona no es, en última instancia, mas verdadero o falso que el punto de vista de otra.

Pero la mecánica cuántica difiere de la relatividad en un aspecto importante: los objetos que proyectan las sombras no son actuales, sino potenciales. Existe un mundo objetivo, pero no es un mundo actual, fijo en el tiempo y el espacio. El mundo objetivo descrito por la teoría cuántica es un mundo de posibilidades, más allá de este juego de sombras espacio temporal que llamamos “realidad”. Por otra parte, el mundo potencial objetivo no es divisible y, aunque parece separarse en diferentes mundos, es en sentido profundo un único objeto, del mismo modo en que hemos encontrado que existe un único sujeto. Pero a partir de este par, se manifiestan muchos mundos relativos que aparecen ante las diferentes personas, en diferentes lugares y en diferentes tiempos. Inmerso en uno de estos diferentes mundos relativos, cada psiquismo percibe sólo la limitada proyección actual correspondiente a su punto de vista, pero jamás percibe la completa realidad potencial. En palabras de Schrödinger, “el todo no puede ser aprehendido mediante una simple mirada”. Pero detrás de esta aparente proliferación de sujetos y objetos, sucede que todos están unidos, intrínsecamente conectados.

Hemos descubierto, debajo del velo del universo de Newton, una realidad cuántica en la cual los objetos no pueden existir independientemente de un sujeto consciente. Y mientras el único Sujeto está libre de las limitaciones de cualquier particular punto de vista, lo que resulta actual en cada mundo depende del observador ubicado en el centro de tal mundo: una mente individual que define un punto de referencia para ese mundo relativo. Y existen tantos mundos relativos como puntos posibles de referencia. Un mundo para Ud., un mundo para su amigo, un mundo para cada planta y cada animal, y aún un mundo para las estrellas, los planetas y los átomos individuales. Sin embargo, en

un sentido profundo, estos mundos son simples proyecciones de una misma realidad potencial común a todos ellos, una realidad que entreteje tales mundos en un todo coherente y bajo una misma Ley arquetípica, haciendo posible la objetividad y la ciencia. Y en el centro de cada mundo relativo está el Sujeto único, uniendo los mundos desde el lado subjetivo y dotando de sentido a las relaciones humanas.

Y de este modo perdemos nuestra última conexión con la vieja máquina cósmica. Hemos atravesado por completo la ilusión del mundo de Newton y hemos descubierto el extraño y maravilloso mundo del cuanto, un mundo que está aquí y ahora, velado debajo de la aparente realidad de la materia, el determinismo, la ingenua objetividad, y la separación. El mundo no está hecho de materia firme. El mundo, según se nos presenta, no sigue estrictamente leyes deterministas. El mundo no es un simple conjunto de partes separadas. Las propiedades de los objetos no existen con independencia de los observadores. No, el mundo no es lo que creíamos que era. Debajo de esta ilusión yace un reino cuántico donde cosas extrañas y maravillosas pueden suceder. Y esta cuántica tierra de maravillas no se encuentra lejos ni es producto de ninguna ficción. Es el mundo del aquí y el ahora, al cual hemos llegado a través de la física moderna.

Si realmente existe un “Sujeto único” (una Conciencia Universal) que busca percibir un “objeto único” (que sería el Universo), esto podría constituir otra respuesta para la eterna pregunta sobre el sentido de la vida. Porque es un hecho que cada ser viviente percibe el mundo desde un punto de vista único e irrepetible. No hay dos seres vivientes que puedan tener exactamente la misma experiencia. Por lo tanto, considerando todo en conjunto, podría (limitadamente) imaginarse la enorme riqueza que tendría tal diversidad percibida, como un gran caleidoscopio que se desarrollara constantemente en el tiempo. Y aunque suene a ciencia-ficción, nada nos impide imaginar a los infinitos seres del Universo, actuando como suertes de “sentidos” pertenecientes a este hipotético y extraordinario “Sujeto único”, a esta Mente Universal, que así recogería la experiencia particular e irrepetible correspondiente a la vida de cada individuo.

2.9 - Implicaciones: La Vida en el Reino Cuántico

Finalmente hemos encontrado el camino hacia el reino cuántico, un mundo de posibilidad y espontaneidad, un mundo de entera unidad. Esta realidad cuántica que hemos encontrado al final de nuestro viaje está compuesta por un Sujeto y un Objeto. El Sujeto es la fuente del conocimiento consciente que resplandece a través de la miríada de individuos existentes. El Objeto es la Unidad potencial que posibilita la aparición de la miríada de fenómenos en los mundos individuales.

¿Cuales son las implicancias de tan profundo cambio en nuestra visión del mundo? Los más profundos cambios no son cambios en el mundo, sino en el modo en que nosotros vemos el mundo. El descubrimiento de la mecánica cuántica nos ha liberado de la antigua visión, y de sus ilusiones de materialismo y separación. Mucho más allá de representar cambios tecnológicos superficiales, el mundo cuántico tiene el potencial para transformar las bases de nuestra conducta individual y social. Mediante el reconocimiento de la identidad esencial de uno mismo con las demás criaturas, surge una tendencia hacia la compasión y la unidad, en oposición a la diferenciación y el

conflicto. La bondad hacia otros es bondad hacia sí mismo, y la crueldad hacia otros es crueldad para sí. El reconocimiento de la unidad de todos los seres puede establecer un piso común debajo de las divisiones políticas, ideológicas y culturales que se encuentran en la raíz de tantos problemas mundiales. En el mundo cuántico, las divisiones son sólo parte de la historia. Debajo de toda diversidad, hay una unidad esencial.

Sigamos entonces la visión de estos heroicos aventureros del reino cuántico. Un nuevo mundo ha sido descubierto. Ese mundo espera ahora a aquellos que serán llamados para dejar atrás las viejas tierras a fin de buscar un poco más allá... ese mundo espera por nosotros.

Posdata de 2017

Debe enfatizarse que la exposición anterior representa una interpretación de la mecánica cuántica; una manera de entender el mundo descrito por el formalismo matemático de la teoría. Existen otras interpretaciones de la mecánica cuántica que también representan formas válidas de entender qué tipo de mundo describe la teoría. Las interpretaciones no difieren en su contenido empírico, y ni la teoría ni los experimentos determinan una única interpretación. Somos libres de elegir. Sin embargo, el modo que elegimos para entender el mundo, tiene consecuencias.

Aquí concluye el ensayo de Thomas McFarlane “Conciencia y Mecánica Cuántica”

3 – El experimento de la doble rendija

3.1- Un cuento de Asimov

El gran escritor de ciencia ficción que fue Isaac Asimov, escribió en los años 60 un breve relato donde describía una sustancia que poseía propiedades “anticipativas”. La sustancia en cuestión era soluble en agua, pero tenía la particularidad de disolverse *antes* de que el agua le fuera añadida. Una fracción de segundo antes de tomar contacto con el agua, la sustancia perdía su estructura cristalina y se convertía en un líquido. Si alguien tenía la idea de “engañar” a la sustancia amagando con añadirle el agua pero sin la intención de hacerlo, fracasaba rotundamente, pues la sustancia sólo se disolvía cuando el agua “llegaba” efectivamente... un poco más adelante, en el futuro.

A continuación veremos un experimento de la física cuántica donde ciertas partículas parecen “conocer” lo que sucederá en el futuro inmediato, como en el cuento de Asimov.

Además de esta curiosidad (que no deja de ser importante), la experiencia muestra la extraña diferencia que existe entre el comportamiento de un conjunto de fotones, cuando son observados, y cuando no lo son. A partir de esta experiencia, puede decirse que el mundo se comporta distinto cuando es observado por la conciencia (aunque por cierto existen otras interpretaciones).

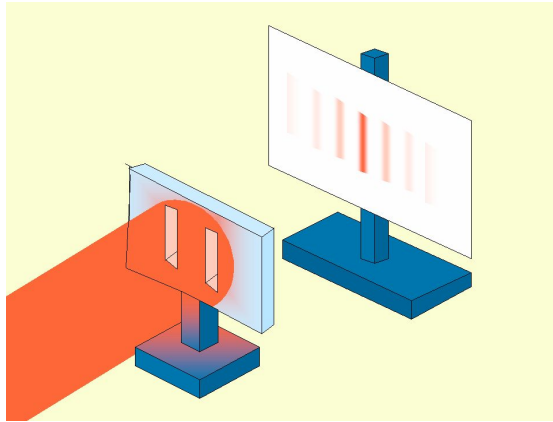
3.2- Un experimento de doble rendija con “borrador cuántico” (3)

Este experimento utiliza el fenómeno de interferencia, producido por un rayo de luz incidente sobre una doble rendija, para investigar el principio cuántico de *complementariedad* entre las características ondulatorias y corpusculares de la luz. Por otra parte, la experiencia pone en evidencia la diferencia entre un sistema en estado de “superposición de posibilidades” y un sistema “actualizado” o “realizado”. La experiencia muestra mediante un gráfico, en cuál de estos dos posibles estados se encuentra el sistema. Cuando el gráfico muestra un patrón de interferencia, el sistema está en estado de superposición; cuando el gráfico muestra una figura similar a una campana, el sistema se encuentra actualizado. Describamos esto con más detalle.

Utilizando un estado especial de la luz, Walborn y sus colaboradores crearon un patrón de interferencia, y luego hicieron una medición de “cuál camino” que destruyó la interferencia, para finalmente eliminar el marcador de “cuál camino”, produciendo la interferencia nuevamente. Este experimento muestra con claridad la característica “no intuitiva” de la naturaleza a escala cuántica, y pone en evidencia que nuestras formas de pensar habituales, correspondientes al mundo clásico, resultan completamente inadecuadas para entender lo que sucede en el mundo cuántico. Aquí se observa claramente cómo una medición elimina el estado de superposición de probabilidades para entregar un resultado concreto y único. Como ya comentamos anteriormente, una medición implica la existencia de una conciencia humana que establece las condiciones dentro de las cuales se producirá tal medición. Lo interesante de esta experiencia es que permite observar directamente el estado del sistema, y cómo este estado se ve afectado por el proceso de medición. En este caso la medición es sumamente sutil y aparentemente no perturbaría al sistema salvo en lo que respecta a la adquisición de información respecto de “cuál camino”. Pero el acceso a tal información, como se verá, es suficiente para transformar completamente el estado del sistema. Aquí tendríamos entonces una evidencia del cambio que se produce en el mundo físico ante la intervención de la conciencia.

3.2.1- El fenómeno de la interferencia

Cualquier onda en la naturaleza es capaz de producir interferencia. Matemáticamente, una onda es descrita como una amplitud que puede adquirir valores positivos o negativos. Cuando dos ondas se superponen espacialmente, las amplitudes pueden sumarse o restarse en diferentes puntos del espacio, creando un patrón de crestas y valles. Esto puede verse en las ondas acuáticas, y puede escucharse en el fenómeno del “batido” causado por las ondas sonoras. La luz es también una onda, y cuando incide sobre una doble rendija produce un patrón de puntos claros y oscuros.



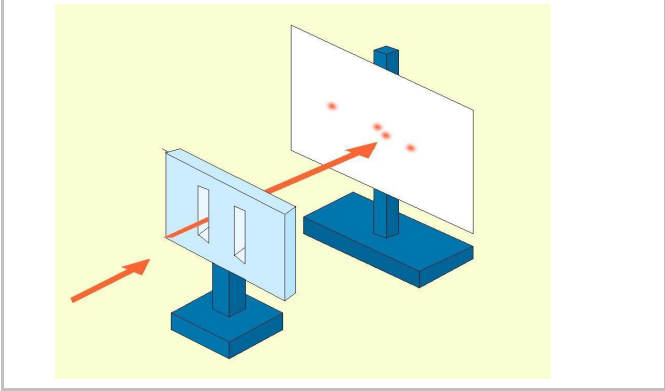
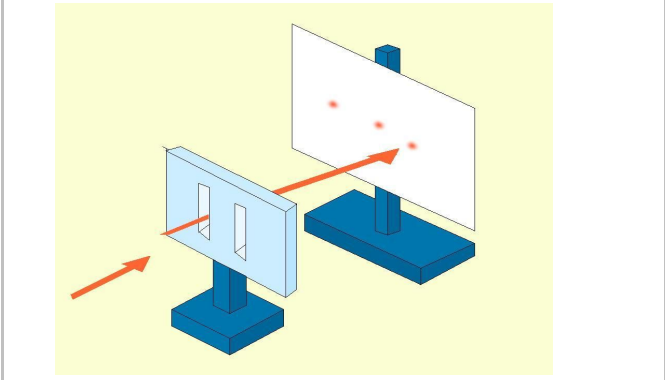
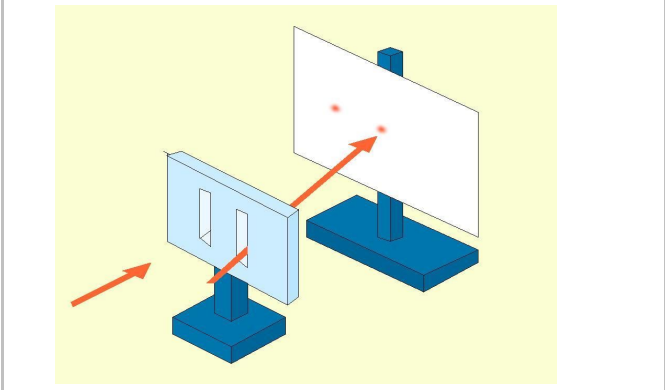
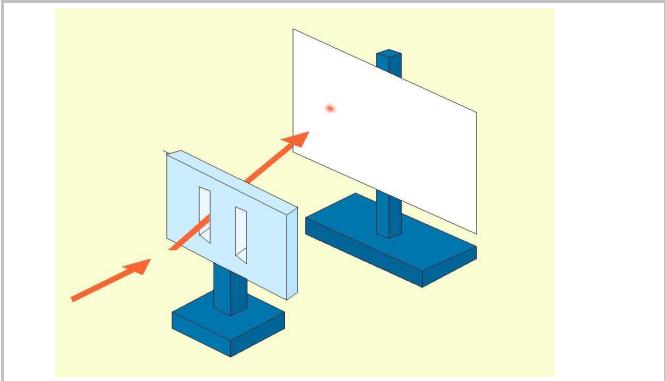
3.2.2- Interferencia y fotones

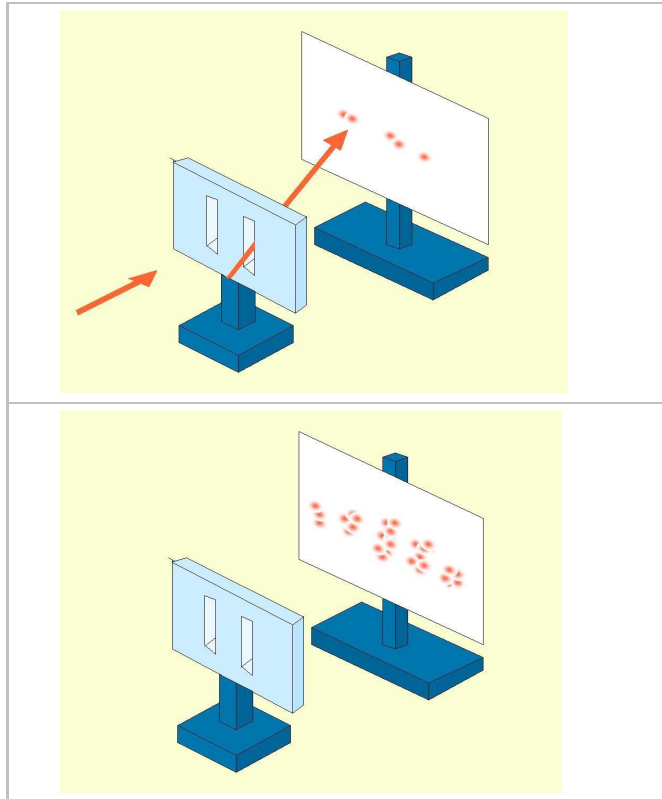
La mecánica cuántica explica todos los fenómenos de la escala atómica. El más pequeño constituyente de la luz es el indivisible fotón. ¿Qué sucede cuando un fotón individual incide sobre una doble rendija?

Matemáticamente la descripción cuántica no es diferente a la descripción clásica de la interferencia entre ondas, pero la mecánica cuántica no predice trayectorias exactas para las partículas, sino que predice la probabilidad de que una partícula tome un camino u otro. En el caso que nos ocupa, si un fotón ha atravesado efectivamente las rendijas, tiene un 50% de probabilidad de haber pasado por la rendija izquierda, y un 50% de probabilidad de haber pasado por la rendija derecha. Los posibles caminos de la partícula son descritos por “ondas de probabilidad” que, como en el caso clásico, pueden ser positivas o negativas. Estas “ondas de probabilidad” se combinan constructiva o destructivamente, formando un patrón de interferencia. La mecánica cuántica no nos dice por cuál rendija pasará la partícula; sólo nos habla de posibilidades.

Un único fotón no puede producir un patrón completo de interferencia por sí mismo. Sin embargo, si muchos fotones son arrojados a través de las rendijas de a uno por vez, y el punto de impacto tiene capacidad de retención, al cabo de cierto tiempo aparecerá (en la pantalla receptora) el patrón de interferencia.

La siguiente secuencia de imágenes ilustra la formación del patrón de interferencia. Por simple sentido común, tendemos a pensar que cada fotón debe pasar por una rendija o por la otra, pero esto es justamente lo que cuestiona la física cuántica.





3.2.3- ¿Cuál camino?

Es difícil en este punto no sentirse tentado a preguntar por cuál camino realmente pasa el fotón. Si la mecánica cuántica no puede decirnos por cuál camino pasará el fotón, tal vez podamos averiguarlo por otros medios. Parece razonable asumir que el fotón debe pasar por una rendija para llegar al otro lado. Tal vez sucede que la mecánica cuántica es inadecuada para proveernos de toda la información necesaria.

Esta es una cuestión que viene preocupando a los físicos desde hace más de 100 años. Pioneros de la talla de Albert Einstein, Richard Feynman, y Werner Heisenberg, diseñaron experimentos “imaginarios” para determinar la información de “cuál camino” tomaba una partícula que terminaba contribuyendo a formar un patrón de interferencia. Llegaron sin embargo a una paradójica conclusión: que no es posible observar “cuál camino” toma la partícula, y simultáneamente observar la formación del patrón de interferencia. Uno puede establecer un procedimiento que “observe” o “mida” por cuál rendija pasa cada fotón, pero entonces no aparece ningún patrón de interferencia. En lugar de un patrón de interferencia, aparece una gran mancha alineada con el centro entre ambas rendijas, que disminuye gradualmente en intensidad hacia ambos extremos. Este resultado coincide con el que se observaría si en lugar de fotones estuviéramos arrojando corpúsculos (materiales) macroscópicos a través de dos grandes rendijas y marcáramos los sitios de impacto en una pared posterior.

En nuestros días la experiencia puede efectivamente realizarse en el laboratorio, y los resultados confirman lo previsto teóricamente: si se mide por donde pasa cada fotón,

no se produce el patrón de interferencia; si no se mide, aparece el mencionado patrón. Uno podría suponer que este extraño comportamiento es ocasionado por perturbaciones que produce el aparato de medición sobre los fotones. Es decir, se podría pensar que el detector de paso debe producir algún cambio en el fotón que lo desvía en su camino hacia la interferencia. Según veremos en el experimento que sigue, eso no es lo que sucede. En la actualidad es posible diseñar un experimento que detecte por dónde pasa un fotón sin perturbarlo en forma significativa. Y en todos los casos, cuando se dispone de la información de “cuál camino”, desaparece la interferencia. He ahí el misterio...

Este es un ejemplo del principio de *complementariedad* de la mecánica cuántica. Existen pares de cantidades (como la posición y el momento) que pueden ser medidas y obtenidas individualmente, pero jamás al mismo tiempo. Si se conoce una con precisión, la otra queda indeterminada, y viceversa. En este caso, el fotón exhibe su capacidad dual de comportarse como onda o como partícula. Si se determina un lugar de paso, se comporta como partícula, y como tal no genera interferencia. Si no se determina su paso con exactitud, se comporta como onda, y produce interferencia. De todos modos, estas explicaciones no aclaran porqué el mundo se comporta de modo diferente según sea que lo observemos o que no. Y una “observación” o una “medición”, implican siempre la participación de la conciencia del hombre.

3.2.4- Fotones entrelazados

La luz utilizada en este experimento se encuentra en un estado especial: está constituida por fotones "entrelazados". Estos fotones se encuentran íntimamente apareados, con polarizaciones correlacionadas.

La polarización es la dirección en que oscila el campo eléctrico de la luz. La luz, considerada como onda electromagnética, es una estructura generada por la interacción entre un campo eléctrico y un campo magnético. Las leyes de Maxwell muestran cómo se genera un campo eléctrico por medio de la variación de un campo magnético, y cómo se genera un campo magnético por medio de la variación de un campo eléctrico. De ese modo se constituyen las radiaciones electromagnéticas, que se desplazan en el espacio con una velocidad dependiente de la naturaleza del medio. También el supuesto “vacío” tiene una naturaleza definida, de modo que la velocidad de la luz en el “vacío” depende de ciertas constantes propias del mismo, que caracterizan a este universo.

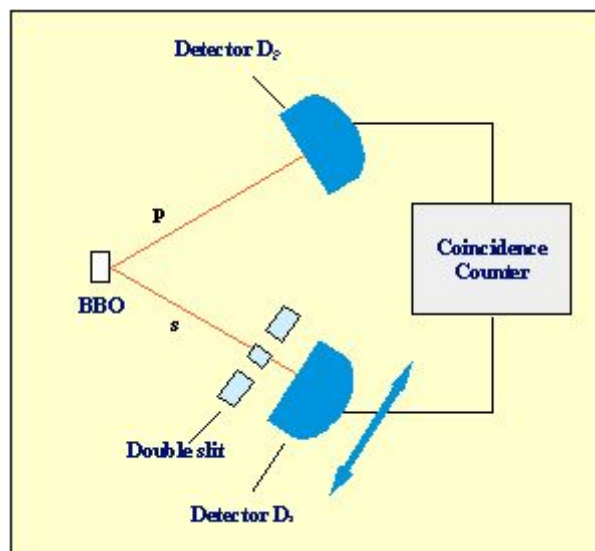
Volviendo al tema de la polarización, sucede que la luz puede estar polarizada "linealmente" en la dirección "y", con el campo eléctrico oscilando de arriba hacia abajo, o puede estar polarizada en dirección "x", con el campo eléctrico oscilando de izquierda a derecha. La luz también puede estar polarizada "circularmente", en cuyo caso el campo eléctrico rota constantemente alrededor de la dirección de propagación. Si el sentido de la rotación (visto desde el receptor de la onda) coincide con el sentido de las agujas del reloj, se habla de “polarización circular derecha”; si el sentido va en contra de las agujas del reloj, se llama “polarización circular izquierda”.

Los fotones entrelazados tienen la particularidad de tener polarizaciones lineales ortogonales entre sí. Esto significa que si se mide la polarización de uno y se descubre que está polarizado en sentido "y", se sabe con certeza que su compañero tiene

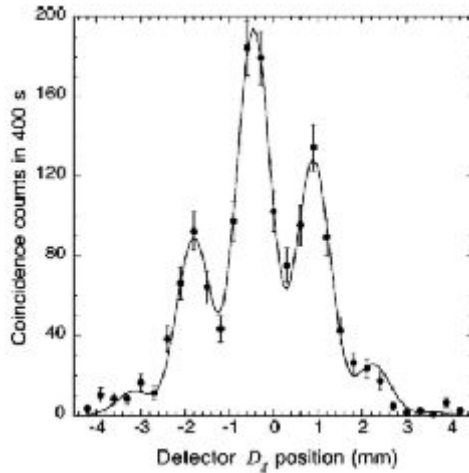
polarización "x", y viceversa. Si no se efectúa una medición, de acuerdo a la física cuántica, no es posible conocer en qué estado se encuentra cada uno de los fotones, que en tal caso estarán en un estado de superposición de posibilidades.

Los fotones entrelazados pueden ser producidos mediante un proceso llamado "conversión espontánea paramétrica descendente". Este proceso tiene lugar en un cristal no-lineal especial llamado "beta borato de bario" (BBO por sus siglas en inglés). Un fotón proveniente de un láser de argón (con longitud de onda de 351.1 nm) es convertido en dos fotones de mayor longitud de onda (702.2 nm), conservando la energía total en juego. Los dos fotones salen disparados en diferentes direcciones, que en este experimento identificaremos con las letras p y s . A los fotones que van en dirección p los llamaremos "fotones p ", y a los otros, "fotones s ".

3.2.5- Interferencia de Doble Rendija

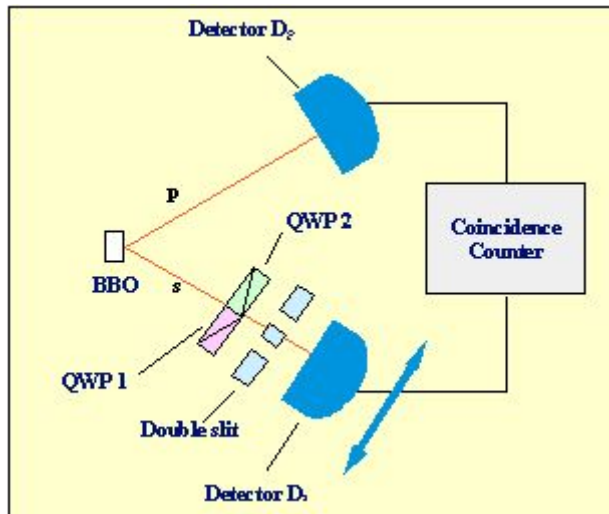


El patrón de interferencia a partir de la doble rendija es creado y medido del modo que se describe a continuación. Los fotones s son los que crean el patrón de interferencia. Ellos viajan a través de la doble rendija e impactan en el detector D_s . Los fotones p viajan directamente hasta el detector D_p . Si D_p registra un fotón, envía una señal al contador de coincidencias. El contador espera que el fotón entrelazado correspondiente (s) sea registrado por el detector D_s . Si se registra una coincidencia, eso permite afirmar que ambos fotones corresponden a un par entrelazado. Una vez que esta coincidencia es detectada, el contador aumenta su cuenta. Las cuentas se registran durante un intervalo de 400 segundos. Luego el detector D_s se desplaza un milímetro y se repite la operación. Durante otro intervalo de 400 segundos se registra una nueva cuenta que corresponde a la nueva posición. Esto se repite hasta que D_s ha barrido una región equivalente a una pantalla, y esto permite diagramar un gráfico como el que se muestra a continuación.



El detector D_s ha permanecido 400 segundos en cada posición, y el gráfico muestra el número de fotones llegados a D_s en cada posición. Se puede observar claramente el patrón de interferencia. En este caso se interpreta que el sistema se halla en estado de “superposición de posibilidades”, como si cada fotón hubiera pasado simultáneamente por *ambas* rendijas a la vez, y no podemos saber por cuál rendija pasó realmente cada fotón, si es que lo hizo. Si el fotón “pasó” por ambas rendijas (cosa aparentemente necesaria para obtener un patrón de interferencia), entonces era una onda extensa. Si en cambio era una partícula (con toda su energía concentrada), entonces puede pensarse que pasó por una u otra rendija en particular. Si montamos un dispositivo para detectar “por donde pasa el fotón”, este dispositivo nos va a mostrar que pasó por una u otra rendija (nunca por ambas a la vez). Si montamos un dispositivo para detectar el patrón de interferencia (renunciando a saber por dónde pasa el fotón), el sistema nos muestra tal patrón. Por lo tanto, parece que el acto nuestro de mirar “por dónde pasa”, concentra toda la energía del fotón en forma de partícula, mientras que, en caso contrario, el fotón se comporta como onda extensa. Como nosotros podemos elegir libremente qué tipo de experimento realizar, parece que nuestros actos intencionales influyen decisivamente en la aparición de una u otra versión del mundo. Aparentemente, el mundo que vemos, se crea en el momento de nuestra observación.

3.2.6- Marcador de “Cuál Camino”



Para construir un detector de "cuál camino", un "plato de ondas" de un cuarto de longitud de onda (QWP) es colocado al frente de cada rendija. Este dispositivo es un cristal especial que puede cambiar la luz polarizada linealmente en luz con polarización circular. Los dos platos de onda han sido dispuestos de tal modo que, dado un fotón con una particular polarización lineal, un plato de onda lo cambiará a polarización circular derecha, y el otro a polarización circular izquierda.

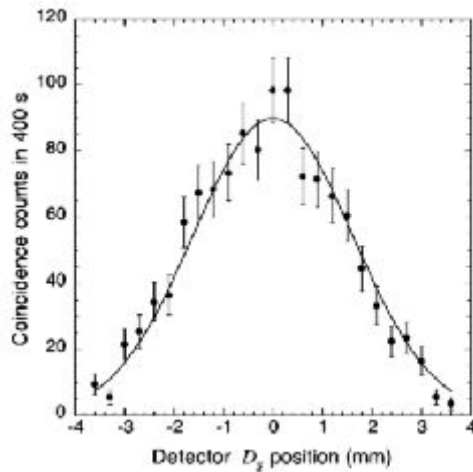
Con esta configuración, es posible saber por cuál ranura pasa cada fotón s , sin perturbar al fotón en modo alguno, salvo en lo que respecta a su polarización. Como los fotones s y p se encuentran entrelazados, si medimos la polarización de p y descubrimos que es "x" podemos estar seguros que la polarización de s , antes de entrar al plato de ondas, era "y". QWP1, que precede a la ranura 1, cambiará un fotón con polarización "y" a polarización circular derecha (D), mientras que QWP2 lo cambiará a polarización circular izquierda (I). Por lo tanto, midiendo la polarización del fotón s en el detector, puede saberse por cuál ranura pasó el fotón. El mismo razonamiento vale para el caso en que el fotón p fuera encontrado con polarización "y". La siguiente tabla presenta un resumen de esta idea.

Polarización detectada en el fotón p	Polarización del fotón s antes de los QWP	Polarización del fotón s luego de pasar a través de QWP1 y la ranura 1	Polarización del fotón s luego de pasar a través de QWP2 y la ranura 2
X	Y	D	I
Y	X	I	D

Como la presencia de los polarizadores crea la posibilidad de que un observador pueda conocer cuál es el camino recorrido por cada fotón, esto elimina el patrón de interferencia (y esto es inexplicable). No es necesario que el camino en sí sea efectivamente detectado, sino que *basta con la posibilidad de hacerlo* para que la interferencia desaparezca. Una vez que los polarizadores están instalados, se dice que los fotones están "marcados".

Las cuentas coincidentes son ploteadas para cada posición del detector, como anteriormente, y efectivamente se observa que el patrón de interferencia ha

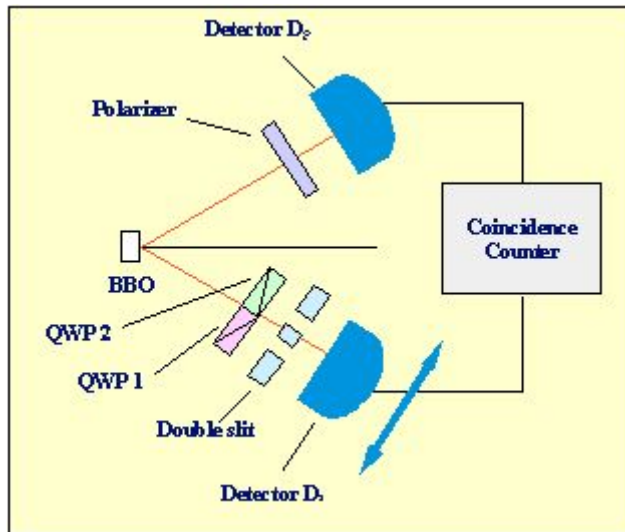
desaparecido. El gráfico que se observa ahora, con forma de campana, es similar al que se obtiene si uno arroja proyectiles (grandes, del tamaño de una bala), contra una pared o una pantalla, luego de pasar por un par de rendijas. En este caso se dice que el sistema está “actualizado”, es decir, no existe incertidumbre de ningún tipo, se puede conocer por dónde pasó cada fotón, y parecen claros los efectos y las causas. Todo se comporta como en el mundo “real”, fácil de comprender intuitivamente.



Podría pensarse que los platos de onda perturban a los fotones que pasan a través de ellos, y que esa puede ser la causa de la desaparición de la interferencia. Pero resulta que otras experiencias muestran que el cambio de polarización de la luz que atraviesa una doble rendija no tiene efecto alguno sobre el patrón de interferencia. La interferencia es producida por la suma o resta entre las *intensidades* de las ondas luminosas, independientemente de su polarización. El patrón de interferencia permanece igual para rayos polarizados linealmente en dirección x o y, así como para rayos polarizados circularmente en sentido derecho o izquierdo.

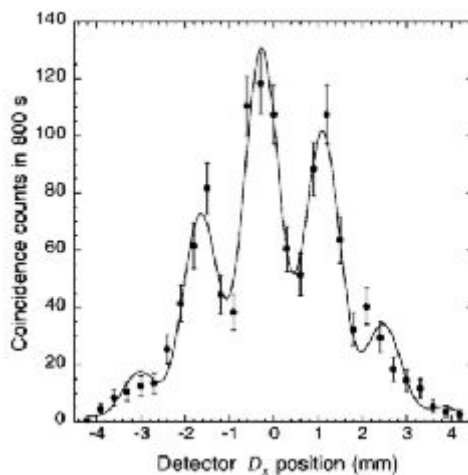
Por lo tanto, resulta paradójico que la presencia de los polarizadores cause un cambio tan drástico en la conducta de los fotones s . Uno no puede evitar preguntarse cómo es que los fotones "saben" que nosotros "podríamos saber" por cuál rendija pasaron...

3.2.7- Borrado Cuántico



Aumentando la extrañeza de este escenario, el próximo paso se propone producir la interferencia nuevamente *sin hacer nada sobre los fotones s* . Un nuevo polarizador es ubicado en el camino del rayo p , orientado de tal modo que la polarización de la luz que pase a través de él sufra una rotación de 45 grados, es decir, en una posición exactamente intermedia entre “ x ” e “ y ”. Como los fotones se encuentran entrelazados, si se detecta un fotón (p) incidente en el detector D_p , ello significa que el fotón s correspondiente ha llegado a los polarizadores QWP1 y QWP2, con una polarización de 135 grados. En estas condiciones, cuando los fotones s atraviesen dichos polarizadores, la mitad saldrá *de cada polarizador* girando a la derecha, y la mitad saldrá girando a la izquierda. Por lo tanto, midiendo la polarización de los fotones que llegan al detector, sería imposible saber por cuál rendija pasó cada uno. Los fotones ya no están “marcados”, y el conocimiento de “cuál camino” ha sido borrado.

Se repiten las mediciones con el polarizador de 45 grados en el rayo p , y puede verse que la interferencia aparece nuevamente.



¿Cómo “sabe” el fotón s que hemos puesto un polarizador en el camino del fotón p ?

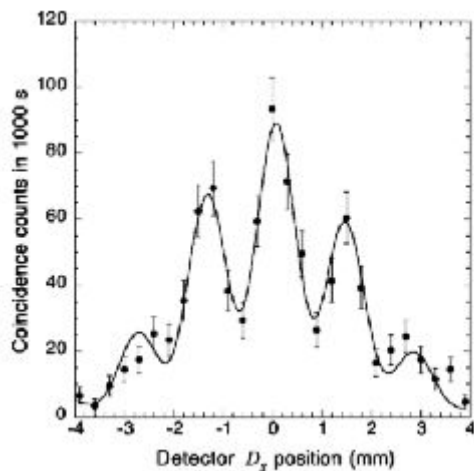
Los fotones s y p están entrelazados. Así que podríamos suponer que el fotón p debe comunicarse de algún modo con el fotón s , para informarle si debe producir un patrón de interferencia o no. Pero como veremos, parece que ese *tampoco* es el caso. En la próxima sección, las cosas se vuelven más extrañas aún.

3.2.8- Borrado Demorado

El experimento hasta este punto ha sido llevado a cabo mediante la detección del fotón p antes que el fotón s . El borrado de la información de “cuál camino” se efectuó mediante la modificación del camino de p , y la (posible) medición posterior de s . Por lo tanto, podría suponerse que los fotones s modifican su comportamiento porque los fotones p han encontrado un polarizador y se les informa de tal hecho *antes* de llegar al detector.

Para verificar o negar tal presunción, se alarga el camino de los fotones p de tal modo que ahora los fotones s llegan a su detector *antes* de que los fotones p encuentren el polarizador. ¡Y se observa que las franjas de interferencia aparecen igual que antes!.

Por lo tanto, la anterior suposición de que el polarizador de 45 grados en los fotones p “fuerza” a los fotones s a girar a su vez 45 grados, no coincide con estos resultados, ya que el fotón s llega a su destino antes de que el fotón p atraviese el polarizador. Parece como si el fotón s “supiera” que el marcador de “cuál camino” *va a ser borrado*, sin recibir una “señal secreta” de los fotones p . El patrón de interferencia es en este caso, similar al anterior, como se observa en el diagrama siguiente.



¿Cómo es que sucede esto? No tendría sentido que el fotón p pudiera conocer la existencia del polarizador antes de haber llegado ahí. No podría detectar la presencia del polarizador a la distancia, para mandar al fotón s una señal secreta a fin de que este conozca su existencia. ¿O acaso puede hacerlo? Y si el fotón p puede detectar objetos a

la distancia, ¿porqué no puede hacerlo también el fotón s ? ¿Y cómo pueden “saber” algo estos simples y diminutos fotones? Peor aún ¿cómo pueden conocer el futuro?

3.3- Reflexiones e interpretaciones sobre el experimento de la doble rendija

3.3.1- ¿Que pretende mostrar esta experiencia?

Aclaremos de antemano, que lo que vamos a decir a continuación, implica ya una interpretación sobre los hechos de la experiencia. Existen otras interpretaciones que serán consideradas más adelante.

Esencialmente, la experiencia pretende demostrar que lo que provoca la desaparición del patrón de interferencia, es la existencia de información en el sistema, sobre el camino seguido por cada fotón al atravesar la correspondiente rendija. La presencia de tal información constituye al sistema como “*determinado*”, “*actualizado*” o “*real*”, mientras que la ausencia de tal información lo constituye como sistema “*indeterminado*”, y en estado de “*superposición de posibilidades*”. En este último caso hay una zona de incertidumbre respecto de lo que pasa en el sistema. No podemos saber, por ejemplo, cómo (o por qué camino) fue que los fotones llegaron a la pantalla, o al detector (si es que llegaron). En este último caso se manifiesta el patrón de interferencia en la pantalla final. Pero ¿qué significa que exista “información” en el sistema? ¿Para quién o para qué existe tal información? ¿Quién puede conocer esa información? ¿Tiene sentido la existencia de “información” si no hay nadie (es decir, ninguna conciencia) que pueda detectarla o recibirla? El concepto de “información” implica que existe algo en el mundo que puede ser conocido por una conciencia, por algún tipo de conciencia. El hecho de referirse a la existencia o inexistencia de “información” implica que el sistema no puede ser considerado como un sistema físico independiente de observadores externos, pues el concepto de “información” sólo tiene sentido si hay alguien o algo capaz de recibirla. Podríamos decir que el sistema puede estar “asociado” a una conciencia externa, o puede no estarlo. De acuerdo a una u otra de estas dos posibilidades, se manifestará de manera diferente.

La presencia o ausencia de información también podría interpretarse pensando que un sistema que no intercambia información con su medio, es un sistema aislado. Para entregar o recibir información un sistema debe comunicarse de algún modo con lo que está fuera de él. En este caso, cuando los fotones están aislados, se comportan de cierto modo, y cuando comparten información sobre su trayectoria, se comportan de un modo distinto.

Como ya hemos adelantado, otra manera de describir lo que sucede aquí es decir que cuando se manifiesta el fenómeno de interferencia, los fotones se comportan como ondas, ocupando un espacio relativamente extenso que abarca ambas rendijas, mientras que, cuando se muestra en la pantalla la figura de la “campana”, es porque hemos observado el paso de un fotón por una rendija. En este último caso el fotón se comporta como una partícula, con toda su energía concentrada en un espacio mucho menor. Siempre subsiste el enigma de porqué o cómo es que los fotones cambian su

comportamiento cuando su camino es detectado, para pasar a manifestarse como partícula. Nos sentimos tentados a pensar que el sistema parece ser sensible a las intenciones de los investigadores. Claramente, el escenario está armado en la mente del investigador antes de que se realice el experimento. Si el investigador considera los fotones en términos de “trayectorias en el espacio y el tiempo”, montará un dispositivo acorde a esa visión previa, y los fotones se comportarán correspondientemente: partículas que pasan siempre por una única rendija, y no producen interferencia en la pantalla final. Si el investigador se desentiende de la “trayectoria”, el sistema le muestra el patrón de interferencia, correspondiente a una onda extensa.

Según esta experiencia, *no* es necesario que exista un observador humano que verifique *en el momento del ensayo* la existencia o no de tal información en el sistema. Basta con que *sea posible* extraer tal información para que el sistema se manifieste, en cada caso, de forma diferente. No obstante, resulta evidente que se necesita un observador humano (una conciencia humana, o similar) para armar todo este dispositivo a fin de poder o no obtener información sobre el desarrollo del proceso. En ese sentido puede decirse que “la observación del sistema lo transforma”, aunque la información no sea efectivamente colectada en cada caso particular. Ante un caso determinado, el investigador podría preguntarse si los recaudos tomados serían o no suficientes para poder contar con tal información, y la respuesta la daría el sistema mostrando o no mostrando el patrón de interferencia. El sistema demuestra con su forma de manifestarse su condición de determinado o indeterminado (real o, podría decirse, “virtual”). También podríamos decir, que en un caso los fotones están aislados, y en el otro caso, los fotones están comunicados con el resto del universo.

Antiguamente (en las primeras formulaciones de la física cuántica) se argumentaba que la presencia del aparato de medición perturbaba el libre paso de los fotones, y que esta interacción física era la causa de la desaparición del patrón de interferencia, sin necesidad de participación de la conciencia en el hecho. Pero con el tiempo los métodos experimentales han ido progresando, haciéndose cada vez más sutiles, perturbando cada vez menos el paso de los fotones, y siempre sigue sucediendo que la “presencia de información” (algo tan etéreo) es determinante para el modo de manifestarse del sistema. En el experimento concreto que mostramos aquí, no existe acción ni interferencia física alguna sobre el fotón que atraviesa las ranuras, ya que se trabaja exclusivamente con la polarización del fotón asociado, y de todos modos, el sistema cambia su modo de manifestación cuando (podríamos decir) *la conciencia global de los humanos* es capaz de conocer detalles de su proceso. Por supuesto, esta interpretación también corresponde a una conciencia humana.

El sistema cambia su forma de manifestarse cuando es posible obtener información sobre las trayectorias de su proceso, aunque tal información no sea registrada en cada caso particular. Y tal información evade las limitaciones que imaginamos deberían existir respecto del tiempo y el espacio. Si la información puede ser obtenida *en el futuro*, el sistema se muestra como determinado. Podría pensarse también que cuando se colecta la información en el futuro, existe una acción causal *hacia el pasado* que modifica el camino de los fotones. Son varias las interpretaciones, pero todas extrañas al sentido común.

Los fotones entrelazados aportan *otro* misterio adicional: se comportan como si existieran en un mismo lugar y en un mismo instante del tiempo, pero a su vez, su “conocimiento” de la naturaleza (determinada o indeterminada) del sistema no respeta una sucesión lineal de los acontecimientos, sino que parece saltar por encima de las limitaciones de nuestra concepción del tiempo lineal.

El sistema nos muestra, con su forma de manifestarse, si es posible o no conocer la exacta trayectoria de los fotones. La trayectoria pasada o futura. Parece que en este armado tan simple, existe más inteligencia involucrada que la que somos capaces de advertir a primera vista. Cualquier esfuerzo – por mínimo que sea – capaz de hacernos conocer la trayectoria de los fotones transforma la naturaleza del sistema. Si no podemos obtener tal información, el sistema se muestra de un modo; en caso contrario, se muestra de *otro* modo. Algo tan sutil como la posibilidad de conocer algo termina afectando físicamente a una porción del mundo. Pareciera que se trata de una interacción entre el mundo de las cosas y el mundo de la mente. Por otra parte, parece señalar una confirmación *objetiva* del acierto de la conciencia al tratar de conocer el mundo. Podríamos imaginar la existencia de un físico novato o incompetente tratando de encontrar formas de conocer “por dónde pasó el fotón”. Si fallara en su intento de obtener tal información, o si su información fuese insuficiente para conocer “por dónde”, el “mundo” se lo mostraría formando o no formando el patrón de interferencia. Esto parece ser una prueba objetiva de interacción entre la conciencia y el mundo. El mundo muestra si la conciencia ha tenido éxito o no, en su intención de conocerlo.

3.3.2- La cuestión del “libre albedrío”

En su libro “El enigma cuántico” (4), los físicos Bruce Rosenblum y Fred Kuttner relacionan el problema de la medida (o de la observación) con la idea del libre albedrío que supuestamente poseemos los seres humanos. Ellos dicen que uno puede, libremente, elegir entre hacer una experiencia de interferencia (en el cual el fotón parece pasar por ambas rendijas a la vez), o hacer una experiencia de determinación del camino del fotón (donde *siempre* se encuentra que el fotón pasa por una única rendija). Si la conciencia es libre para elegir, es decir, si la elección de la conciencia no está determinada por el mundo, entonces las diferentes respuestas del mundo ante la elección de la conciencia significarían que la conciencia está de algún modo “creando” el mundo, o al menos participando en la creación. No podría entonces afirmarse la existencia del mundo sin la participación de la conciencia.

En sus exposiciones, no queda claro si es necesario o no la presencia de una conciencia observadora *en el momento* en que se realizan los experimentos. Como ya dijimos, según el experimento de Walborn que hemos mostrado, tal presencia consciente no es necesaria en el momento en que tiene lugar la prueba, aunque ello no significa que la conciencia humana no participe (aunque sea de modo indirecto) en el experimento.

4 - Otras interpretaciones de la física cuántica

La física cuántica ha resultado enormemente exitosa en lo que se refiere a las consecuencias prácticas de su aplicación en el mundo. El mundo moderno no sería tal

sin la creación de numerosos dispositivos que tienen su origen (o al menos la explicación de su funcionamiento) en la teoría cuántica. Tal vez el ejemplo más evidente sea la creación del transistor, que a su vez posibilitó la existencia de las actuales computadoras. La comprensión de la estructura íntima de la materia y su relación con la energía electromagnética es otro de sus grandes éxitos, que ha generado importantes avances científicos y tecnológicos.

Sin embargo, a pesar del éxito en las aplicaciones prácticas, la teoría cuántica no logra explicar cabalmente “cuál es la realidad de este mundo”. El principal obstáculo, a la hora de las explicaciones, tiene que ver con lo que se denomina “el problema de la medida”, que estudia el posible cambio de un sistema antes y después de una determinada medición u observación. Si una medición transforma el sistema ¿qué es lo que estamos midiendo? ¿Cómo es el mundo cuando no lo estamos observando?

Debido a esta incógnita, sólo se pueden predecir los posibles resultados de un experimento, pero no el resultado en sí. Y no hay una explicación clara acerca de porqué sucede esto. ¿Porqué un mismo experimento a veces produce un resultado y otras veces produce un resultado distinto?: esto no se sabe. Se pueden calcular las probabilidades, pero no hay certezas. ¿Se rompe la ley de causa y efecto? ¿Existen fenómenos puramente azarosos, hechos para los cuales no hay “causa”? ¿O será que la teoría cuántica es incompleta, como creía Einstein?

Para tratar de explicar los resultados experimentales de la física cuántica, existen no menos de veinte teorías distintas que, según me parece, deberían considerarse como meras hipótesis. Ninguna de ellas es completamente satisfactoria, ni logra evadir “el problema de la medida” de manera concluyente. Todas explican de algún modo lo que sucede, pero no aportan nuevas experiencias que pudieran validar ese modo de “explicación”. Veamos como ejemplo algunas de las teorías más populares.

4.1 - La interpretación de Copenhagen (Niels Bohr)

Es la teoría original, y la predominante en el momento actual. Consiste fundamentalmente en *no responder* a la pregunta que nos venimos haciendo. Consiste en “calcular y callar”. Parece conformarse con los resultados prácticos, no aportando ninguna explicación adicional. Según esta teoría, es posible calcular la evolución de un sistema “no observado” mediante una “ecuación de onda” que define las probabilidades de todo posible resultado. Pero si se realiza una observación (o medición), la función de onda “colapsa” y el resultado de esa medición resulta impredecible. No obstante, si sobre un mismo sistema se realizan muchas mediciones, los resultados tienden a coincidir con los previstos por la ecuación de onda, siempre en términos probabilísticos. Los proponentes de esta teoría ponen en tela de juicio la misma existencia de una realidad sobre la que no se efectúen observaciones. Esto es lo que ha dado pie a las teorías que vinculan la existencia del mundo a la existencia de una conciencia perceptora.

4.2 - La conciencia causa el colapso de la función de onda (Wigner, Von Neumann)

A partir de las formulaciones originales de la mecánica cuántica, el matemático John Von Neumann deduce que la línea divisoria entre el mundo cuántico y el mundo clásico puede establecerse en cualquier punto de la cadena que va desde el mundo microscópico al mundo macroscópico. De este modo, el universo entero, incluyendo el cerebro de los investigadores podría quedar en un estado indefinido, de superposición cuántica. ¿Cómo se explica entonces el colapso de la función de onda, y el hecho de que siempre percibimos una realidad definida?. Para Von Neumann la explicación reside en que la mente (o la conciencia) está fuera del mundo físico. Es necesaria la participación de la conciencia para que el mundo asuma una forma definida. Esta propuesta enfrenta un problema: se supone que el mundo se originó mucho antes de que existieran los seres conscientes. ¿Cómo pudo entonces existir? A ello responden algunos que puede existir una suerte de “retro-causación”. Si la observación del sistema va a producirse con seguridad en el futuro, este asume una conformación definida desde el comienzo de su evolución. El experimento que acabamos de describir (especialmente la parte del “borrado cuántico”) parece confirmar esta inquietante posibilidad. Alegóricamente, podríamos decir que “el mundo nace buscando una conciencia en el futuro”. Lo mismo podría decirse, curiosamente, respecto del nacimiento de un niño...

4.3- La mente participativa (Henry Stapp)

A partir de la propuesta de Von Neumann, el físico Henry Stapp considera que el colapso de la función de onda “es un evento psicofísico cuyo aspecto físico reduce el estado físico a la parte de sí mismo que es compatible con un incremento del conocimiento correspondiente en el aspecto mental”. Esta “reducción” se produciría a partir de una decisión libre del investigador, que es quién elige cuál aspecto del mundo físico pretende observar. Sin esta participación de la conciencia, las leyes matemáticas de la física cuántica no pueden determinar el resultado de fenómeno alguno.

“La reducción del estado que se da en el estado mezcla, incluido el cerebral, al estado de la experiencia consciente, se adquiere mediante lo que von Neumann denomina Proceso 1, que selecciona, del conjunto de potencialidades evolutivas del estado del sistema o Proceso 2, una determinada manera de separar o dividir dicho estado en una colección de componentes, cada uno de los cuales se corresponde con una experiencia determinada. La forma de dicha “intervención” no está determinada, como ocurre en el Proceso 2, por un “continuo” dinámico y definible, sino por otro tipo de *input (entrada)*.

La elección que se da en dicha “intervención” parece influenciada por un tipo de evaluación consciente: dependiendo del modo en que escojo mirar el sistema, el sistema se modifica.

El Proceso 2 se corresponde con la evolución ordenada y mecánicamente controlada que ocurre entre las intervenciones del Proceso 1. En el Proceso 2 el estado de la función de onda evoluciona extendiéndose por todo el universo según la ecuación de Schrödinger, de forma determinística. Pero, si el mundo a nivel macroscópico se comportara como la ecuación lo indica, estaríamos ante una “nebulosa” de ondas, motivo por el que es preciso incorporar el Proceso 1, según lo expresó von Neumann.”

(5)

Cuando se produce la observación el resultado es, de todos modos, de carácter probabilístico. Para Stapp, la conciencia participa, pero no determina el resultado del experimento. El resultado – único y definido - queda determinado por la elección libre de una conciencia que pregunta, y la respuesta (¿azarosa?) del mundo. Retomando nuestro tema central, podemos agregar que el resultado depende – en este sentido - de la estructura conciencia-mundo.

Stapp propone un mecanismo para explicar el modo en que se efectúa la reducción desde múltiples posibilidades a una única percepción: es el efecto “Zeno Cuántico”. Según las leyes de la física cuántica, cuando se produce la primera medición en un sistema, este entra en un proceso llamado “decoherencia”, pero este proceso lleva un tiempo. Si se repite la misma medición muchas veces en un corto tiempo, el sistema queda “cristalizado” en el estado en que ocurrió la primer medición. Así explica Stapp la influencia de la mente sobre el cerebro, y por lo tanto sobre el mundo físico en general. De este modo se constituye en el cerebro un “patrón de acción” que permite mover el cuerpo, por ejemplo, o efectuar otras operaciones mentales. Según Stapp, estas operaciones de la mente requieren de una intención, y de un esfuerzo atencional.

Según nuestras propias investigaciones, la conciencia humana produce objetos mentales a razón de 20 o 30 por segundo, de modo que cada acto de estructuración demora entre 30 y 50 milisegundos. De acuerdo al nivel atencional, estos actos pueden dispersarse en diferentes direcciones, o bien concentrarse en un mismo objeto. La conciencia “toma una muestra” del mundo mediante alguno de los sentidos, y luego, durante esos 30 a 50 milisegundos, procesa la información, la relaciona con datos de memoria, y termina por configurar un objeto, que representa “algo” que la conciencia observa en el mundo.

Uno se siente tentado a relacionar estos actos repetidos de observación del mundo con las “mediciones repetidas” y el efecto Zeno cuántico de Stapp, pero parece haber aquí un problema de escalas. Los tiempos de decoherencia de los sistemas subatómicos parecen ser mucho menores a la escala del milisegundo. Es claro por otra parte, que la conciencia no puede observar directamente los procesos subatómicos, sino que lo hace por medio de instrumentos. Así que si existe alguna correspondencia entre estos procesos de medición repetitivos, sería solamente una correspondencia analógica. Una analogía entre procesos de diferentes niveles, como se observa muy frecuentemente en la naturaleza.

Por otra parte, si se relaciona la teoría de Stapp con el trabajo de la conciencia en función de la constitución de objetos, surgen relaciones interesantes: los “patrones de acción” pueden ser las estructuras necesarias para constituir objetos en la conciencia. Antes de pretender efectuar acciones en el mundo, la conciencia necesita “conocer” de algún modo el mundo que la rodea, de modo que su primer “acto” es la constitución de un objeto, claro y definido, que surge como reducción entre un conjunto de posibilidades que existían en el momento anterior. La forma en que se produce la selección entre aquel conjunto de posibilidades, sigue siendo un misterio. No queda claro en qué medida ambos extremos (conciencia y mundo) intervienen para dar la respuesta definida que podemos observar.

4.4- Muchos Mundos (Hugh Everett)

Esta teoría postula que cada vez que se efectúa una medición (por ejemplo cuando se abre la caja del gato de Schrödinger), el universo se desdobra en dos: en un universo se encuentra el gato vivo, y en el otro el gato muerto. En un universo hay alguien que observa el gato vivo, y en el otro universo hay alguien que observa el gato muerto. Como muchas mediciones tienen más de dos resultados posibles, se habla de la existencia de múltiples mundos paralelos. Algunos dicen que se trata de un único mundo, pero en un estado de superposición. Esto significaría que todo lo que es posible sucede simultáneamente, aunque cada conciencia sólo puede percibir uno de los infinitos aspectos de la realidad.

Existen a su vez distintas interpretaciones sobre los escritos de Everett: algunos hablan de la creación de múltiples mundos, mientras que otros dicen que el mundo sería único, pero que existen múltiples mentes (6). En todos los casos, el mundo macroscópico “real” estaría siempre en un estado de superposición. En la interpretación de Copenhague, el mundo es múltiple hasta que una observación lo convierte en único; en la interpretación de Everett, el mundo es múltiple siempre.

4.5- Reducción Objetiva Orquestada (Roger Penrose – Stuart Hameroff)

En este caso se supone que la “reducción” (es decir, el paso de un ámbito de múltiples posibilidades hacia un estado único y definido) se produce por medio de la acción de “microtúbulos” que forman parte del citoesqueleto celular y que se encuentran en gran número en las neuronas. Una función de la vida (incluso presente en especímenes muy simples como el paramecio), que daría como resultado la constitución de un “mundo real” alrededor de los seres vivos. Es al mismo tiempo, una teoría sobre la física cuántica, y una teoría sobre el origen de la conciencia. De acuerdo con esto, habría una acción del ser vivo que “realiza” el mundo objetivamente a su alrededor al mismo tiempo que toma conciencia de lo creado.

4.6- La onda piloto (David Bohm)

Probablemente el punto central de estas inquisiciones tiene que ver con la pregunta: “¿existe una realidad independiente de la acción de la conciencia?”. En la interpretación tradicional de la física cuántica la respuesta parece ser “no”. En la interpretación alternativa de Bohm, la respuesta es “sí”. En esta teoría, el problema de la medición se explica por medio de la influencia que se supone ejerce el resto del universo sobre el sistema en observación. La teoría es, además, causal y no local, es decir, que admite la mutua influencia instantánea de todas las partículas que constituyen el universo. Como no es posible determinar a priori la posición y el momento de todas las partículas del Universo, estos datos son considerados como “variables ocultas”, que explican de este modo, los inciertos resultados que se obtienen en los experimentos de física cuántica.

Esta teoría postula la existencia de una función de onda universal, que nunca colapsa, y que influye sobre el movimiento de todas las partículas existentes. Los

resultados experimentales de esta teoría coinciden con los obtenidos y previstos en la teoría cuántica tradicional. La ausencia de certeza en el resultado de los experimentos no es atribuida a un orden aleatorio esencial o a la inexistencia de una realidad objetiva como en el caso tradicional, sino a la imposibilidad de conocer con precisión la posición y el momento de todas las partículas en un momento dado, y a las perturbaciones que produce el encuentro con los instrumentos de medición.

Como ya dijimos, esta teoría presume la existencia de un mundo “real” con independencia de los observadores. De este modo, parece eludir el encuentro entre el mundo y la conciencia, al menos en su aspecto objetivo. Hasta el momento no se han reportado experiencias adicionales que verifiquen su validez.

5- Otras teorías, aportes y reflexiones sobre la relación Conciencia-Mundo

5.1- El problema “difícil” de la conciencia

En los años 70, un experimentado neurocirujano llamado Wilder Penfield escribió un libro al que puso por título “El Misterio de la Mente”. En su trabajo cotidiano debía tratar con enfermos epilépticos, a los cuales se sometía en ocasiones a tratamientos quirúrgicos que consistían en exponer el cerebro y estimular la superficie cerebral con electrodos, registrando las respuestas de los pacientes, quienes se encontraban en estado de vigilia durante el procedimiento. Entonces el doctor Penfield y sus colaboradores podían relacionar las descripciones de los pacientes con la estimulación de distintas áreas del cerebro. Pero el argumento central del libro no consistía en describir estas experiencias, sino en expresar una *intuición* que había cobrado fuerza en el Dr. Penfield a lo largo de muchos años de trabajo: que nada de lo que podía observarse en relación con el cerebro físico podía explicar el fenómeno de la mente. Podía correlacionarse la participación de distintas áreas cerebrales con experiencias de percepción y con activaciones motrices de diversos tipos, pero nada de eso podía dar cuenta o explicar cómo es que surgía la experiencia de la conciencia. Lo expresaba como una intuición porque como científico carecía de evidencia probatoria, pero pienso que una intuición en un hombre de ese nivel y con tanta experiencia no es algo para descartar sino para tener en cuenta.

Mucho más cercano en el tiempo, David Chalmers (7), desde el ámbito de la filosofía, coincide con Penfield al afirmar que la mente “no superviene desde el cerebro físico”. En otras palabras, dos cerebros con el mismo estado físico podrían dar origen a experiencias mentales distintas. Según Chalmers, la conciencia no queda completamente determinada por el mundo físico. Es una concepción dualista.

Chalmers diferencia dos formas de observar los procesos mentales: una forma “psicológica”, que corresponde a la observación de la mente “desde afuera”, o en tercera persona, y una forma “fenoménica” que corresponde a la experiencia interna que tiene un individuo como observación de su propia conciencia. Según Chalmers, “la parte difícil” de explicar y entender, es cómo y por qué surge la experiencia interna de la conciencia. Este tema es un misterio. Sobre este punto, la ciencia carece de teorías y explicaciones. Algunos intentan negar este vacío explicativo, diciendo que “no hay nada

que explicar”. En general esta postura se encuentra en los actuales investigadores de la neurociencia, que confían en que, en algún momento futuro, podrán explicar y predecir todo el funcionamiento mental a partir del estado de las neuronas del cerebro.

Chalmers atribuye la emergencia del fenómeno de la conciencia a la particular organización cerebral, en la cual existen distintos niveles de integración. Lo que llamamos conciencia surgiría en el nivel más alto de integración. El sujeto correspondiente a ese nivel ve aparecer ante sí los distintos objetos de conciencia, pero no tiene acceso a los procesos de menor nivel que les permiten surgir. Podría haber otros sujetos en los niveles inferiores. Serían pequeñas mentes ocupadas en trabajos específicos, como procesar señales auditivas o visuales, por ejemplo. El sujeto “de arriba” sería esto que llamamos “Yo”, que ve surgir las percepciones que constituyen su mundo, pero no sabe cómo es que llegan a él.

Según Chalmers, todo sistema con una organización similar a la del cerebro (la de un mamífero cualquiera, o la de un sistema cibernético), dará por resultado la emergencia de una experiencia consciente de cierto nivel. Dará por resultado la creación de una mente. Y también los subsistemas podrían dar origen a la existencia de sujetos, postulándose así la posibilidad de que existan propiedades proto-conscientes en toda la materia y la energía existente: una forma de “pan-siquismo”. Volveremos sobre este punto más adelante.

En cuanto a interpretaciones de la mecánica cuántica, Chalmers se decanta (con ciertas reticencias) por la interpretación de Everett, en una versión llamada “muchas mentes”. Postula que el mundo macroscópico se encuentra en estado de superposición, pero que se produce una especie de selección aleatoria en el campo mental, de modo que cada mente percibe únicamente uno de los aspectos posibles de esa realidad múltiple. Esta aparente disociación entre “el mundo” y “las mentes” parece ser una especulación orientada a rellenar el vacío explicativo que existe en la interpretación de muchos mundos respecto de los resultados estadísticos de la mecánica cuántica.(8)

5.2 – El Pan-Psiquismo

El pan-psiquismo afirma que en todo objeto de la naturaleza (animal, vegetal o mineral), hay un aspecto físico y un aspecto mental. Todo lo existente posee algún tipo y nivel de conciencia. La conciencia sería un fenómeno universal.

El pansiquismo es una teoría muy antigua, y puede rastrearse a partir de los primeros pensadores griegos. En el siglo 17 se expresa con claridad en Baruch de Spinoza. Como ya señalamos, el filósofo contemporáneo David Chalmers la postula como una posibilidad de encontrar una explicación para el difícil problema de la experiencia subjetiva. Chalmers propone que aquel ámbito neutral donde confluyen indisolublemente lo físico y lo mental puede ser concebido en relación con la información. La circulación de la información sería la realidad esencial del universo. En cuanto al nivel de cada conciencia particular, este estaría dado por la cantidad de información que dicha conciencia es capaz de integrar. A mayor cantidad de información integrada, mayor nivel de conciencia. Pero todo objeto físico tendría cierto

nivel de conciencia. En el caso de los objetos microscópicos como átomos, electrones, etc., se supone que tendrían cierto nivel elemental de “proto-conciencia”.

Cuando describimos el experimento de la doble rendija, en cierto momento nos preguntamos: “¿cómo pueden saber algo estos simples y diminutos fotones?”. Aunque es claro que tal idea contraría nuestro más elemental sentido común, parece que los fotones en estos experimentos se comportan como si supieran algo, como si fueran capaces de advertir la presencia de una conciencia observadora. Una conciencia que se manifiesta no el momento en que transcurre la experiencia, sino en el armado y la disposición de cada experimento particular. Cuando de este modo son “observados”, los fotones se comportan de manera diferente. ¿Puede alguna forma de pansiquismo, explicar esto?

5.3- La teoría de la información integrada

En línea con Chalmers (y con Descartes), Giulio Tononi ha desarrollado lo que se conoce como Teoría de la Información Integrada (TII) (8). Lo más interesante de esta teoría, es que no parte de generalidades sino de los registros de la propia experiencia consciente. Según Tononi, de lo único que podemos estar seguros es de nuestra experiencia interna. En comparación, las explicaciones científicas resultan meras conjeturas.

La TII establece ciertos “axiomas” que caracterizan a la experiencia consciente:

1- **Existencia.** La experiencia consciente *existe*. Puede parecer innecesario formular esta afirmación, pero hay otras teorías que consideran que la experiencia interna es una ilusión de la mente. La experiencia consciente *existe* desde su propia perspectiva intrínseca, sin participación de observadores externos.

2- **Composición.** La experiencia interna está compuesta por “numerosas distinciones fenoménicas estructuradas”. En nuestros términos, diríamos “numerosos objetos estructurados”. Por ejemplo, vemos una habitación donde hay una biblioteca, y dentro de ella numerosos libros de distintos colores, etc.

3- **Información.** La experiencia interna es *específica, particular, única*, diferente a cualquier otro tipo posible de experiencia. La palabra “información”, en este caso, tiene un significado distinto al habitual. Se refiere a que la experiencia interna tiene una forma particular, propia e irreducible.

4- **Integración.** La experiencia consciente es *unificada, e irreducible* a sus partes. No es lo mismo que yo vea una hoja de papel con la palabra “extraordinario” escrita al centro, que una hoja con la palabra “extra” en el margen izquierdo, y la palabra “ordinario” en el margen derecho. Los distintos objetos de la experiencia forman una estructura que es “mayor que la suma de sus partes”.

5- **Exclusión.** Nuestra experiencia interna es *singular*, tanto en contenido como en escala espacio-temporal. No hay otras experiencias manifestándose simultáneamente, y el fluir temporal de la experiencia es aproximadamente constante. Para ejemplificar por contraste, recordemos los videos desestructurados que a veces vemos, donde las

imágenes se superponen caóticamente, sin conexión unas con otras, y apareciendo a diferentes velocidades entre sí.

A partir de estos axiomas, la TII propone ciertos “postulados” que debería cumplir un sistema físico para producir una experiencia consciente, es decir, para ser un sistema consciente. Comienza hablando del tema de la existencia (axioma 1), y dice que, para que algo exista, debe tener capacidad de causa y efecto. No tendría sentido asumir que algo existe, si no es capaz de influir sobre cosa alguna, ni tampoco existe cosa alguna que pueda influir sobre él (sería algo completamente aislado). Por otra parte, para que en cierto sistema exista la conciencia, de manera intrínseca, con independencia de observadores externos, el sistema debe tener capacidad de causa y efecto sobre sí mismo. En el caso del ser humano esto claramente se cumple: uno es capaz de reflexionar sobre la propia experiencia (sin conexión en ese momento con el mundo externo), y producir cambios que pueden luego traducirse en determinadas conductas.

Supuestamente, esta teoría podría calcular el nivel de conciencia de un sistema, y también, el tipo de conciencia que este podría tener. Pero, para sistemas complejos como sería el caso de los mamíferos y el hombre, la capacidad computacional actual resultaría insuficiente. A pesar de esto, la teoría permite establecer las siguientes predicciones, explicaciones y conclusiones preliminares:

1- La conciencia es una propiedad intrínseca de ciertos mecanismos en cierto estado, y no puede ser reducida a otras propiedades más elementales.

2- La conciencia es gradual. Varía entre diferentes sistemas (diversos animales, el hombre, etc.) y varía según los estados del sistema (vigilia, sueño, semisueño, etc.).

3- A diferencia del pansiquismo, la TII no postula que la conciencia esté presente en todo lo que existe. Sólo estaría presente en sistemas con cierto nivel de complejidad e interrelación entre sus partes.

4- Un sistema complejo (como una computadora) puede no ser consciente, aunque sea capaz de superar el “test de Turing” (9). Pero, con una adecuada organización interna, una computadora podría ser consciente.

5- Cuanto mayor es la interrelación entre los elementos internos de un sistema, mayor es la posibilidad de que este sea consciente. También puede decirse que a mayor nivel de interrelación, mayor es el nivel de integración de la información contenida en el sistema.

6- Lo anterior explica porqué la conciencia “reside” en la corteza cerebral, y no en el cerebelo (por ejemplo), a pesar de que el cerebelo contiene más neuronas que la corteza. El cerebelo es una estructura nerviosa relacionada con la locomoción, y consta de circuitos organizados en forma de capas superpuestas, con poca vinculación entre sí.

7- Un conjunto de seres humanos no es mas consciente que los individuos considerados en forma particular.

8- Un sistema como la corteza cerebral humana puede generar experiencias aún cuando se encuentre prácticamente “en silencio”, como puede ser el caso de ciertas prácticas de meditación. Las neuronas estarían en plena capacidad de emitir señales, pero en silencio. Si por el contrario, las neuronas estuvieran incapacitadas para funcionar debido a factores fisiológicos o al efecto de drogas de algún tipo, la conciencia se desvanecería inmediatamente.

9- La teoría predice que si se interrumpe la conexión entre ambos hemisferios cerebrales, la mente se divide en dos, y aparecen dos experiencias conscientes. Esta predicción se ha verificado en casos de personas que han sufrido traumas que conducen a la situación descrita.

5.4- Mente y materia como aspectos de una realidad subyacente

Así como sucedió en su momento con Hegel, quien tomó ideas de la física de Newton para explicar el funcionamiento de la conciencia, hoy en día físicos y filósofos intentan comprender el funcionamiento de la mente por medio de ideas surgidas en el seno de la física cuántica. Las ideas del caso son (al menos) tres: el entrelazamiento cuántico, la existencia de un azar esencial, y el principio de complementariedad. Ya hemos explicado estas ideas en diferentes lugares de este escrito. También se han aplicado las formulaciones matemáticas de la teoría cuántica con el mismo objetivo.

Dentro de este grupo de pensadores existe un subgrupo (Atmanspacher y otros) que ha desarrollado un conjunto de aportes filosóficos de naturaleza especulativa sobre la idea de que existe un orden esencial de la realidad en el cual no es posible distinguir entre lo físico y lo mental. Lo físico y lo mental emergerían a partir de ese orden esencial como aspectos duales de la realidad.

La idea parece haber surgido, inicialmente, del intercambio sostenido desde 1932 hasta 1957 entre el psicólogo Carl Jung y el físico Wolfgang Pauli. La idea de la “sincronicidad”, desarrollada por Jung, vincula experiencias subjetivas con hechos concretos del mundo físico. Por ejemplo, alguien piensa en una persona que no ha visto en más de 30 años, y luego se la encuentra, en dos o tres ocasiones distintas, caminando por la calle en el centro de la ciudad.

Estas “coincidencias significativas” trataron de explicarse como manifestaciones de ese orden esencial de la realidad que mencionábamos anteriormente.

Existe una analogía que orienta esta línea de pensamiento: la distinción entre los dominios epistémico y óptico de la realidad material se considera paralelamente a la distinción entre los dominios epistémico y óptico de la realidad mental. Lo epistémico es aquello que podemos conocer de las cosas, lo óptico es aquello que suponemos que las cosas son en sí mismas.

En el lado físico, la distinción epistémica-óptica corresponde a la distinción entre un “realismo local”, al cual se accede por medio de las mediciones instrumentales, y un “realismo holístico” supuestamente constituido por el entrelazamiento cuántico del universo. En el lado mental, la misma distinción se aplica a la relación entre la conciencia y el inconsciente. La conciencia emerge desde las profundidades del inconsciente así como las mediciones emergen desde la incertidumbre del mundo cuántico real, independientemente de lo que esto último signifique.

En la psicología de Jung el inconsciente es una construcción humana colectiva, dentro de la cual se pueden advertir los llamados “arquetipos”, que son formas emergentes del psiquismo humano, manifestadas por pueblos de diferentes épocas y diferentes culturas. En estas interpretaciones sobre la mente y la materia, se considera que los arquetipos corresponden a ese ámbito psicofísico neutral que incluye tanto al inconsciente colectivo como a la realidad holística de la teoría cuántica. Se postula que

los arquetipos operan como “factores ordenadores”, interviniendo en la estructuración de las manifestaciones psíquicas y físicas que surgen a partir de aquel ámbito esencial. Esta sería entonces una aproximación dual desde el punto de vista epistémico y una aproximación monista desde el punto de vista óptico. (10)

5.4.1- La interpretación conceptual de la física cuántica

Otro subgrupo perteneciente a “mente y materia como aspectos de una realidad subyacente” es el formado en torno a los trabajos del investigador belga Diederik Aerts, quien presentó recientemente una interpretación *conceptual* de la física cuántica.

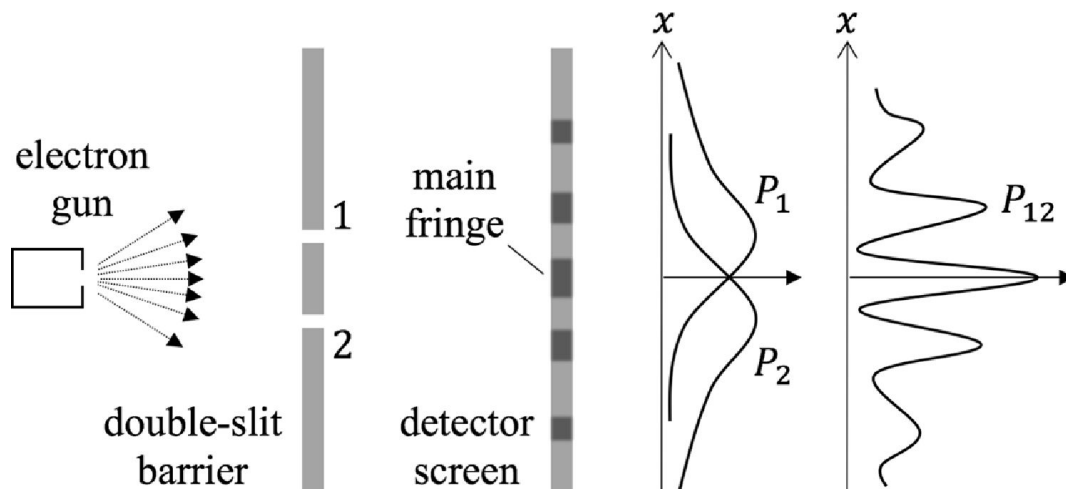
Se trata de una aproximación original, distinta a todo lo ensayado hasta el momento. El punto de partida es la percepción de una analogía entre el comportamiento de las entidades cuánticas y el funcionamiento de los conceptos en la mente humana. A continuación tratamos de resumir los puntos esenciales de esta nueva teoría:

1- Ni partículas ni ondas

Las entidades cuánticas (electrones, fotones, etc.) no tienen propiedades espaciales, mientras no sean detectadas por medio de una medición. No son por lo tanto, ni partículas ni ondas, sino otra cosa que no sabemos qué es, pero que se comporta en forma similar a un concepto. Como tal, cada entidad cuántica transporta un significado, que es interpretado por el instrumento (macroscópico) de medición.

2- El experimento de la doble rendija

En este experimento, ya estudiado, se supone que reside el misterio de la física cuántica. Cuando los fotones o electrones inciden sobre la pantalla se manifiestan como partículas, pero la formación de un patrón de interferencia sólo puede explicarse si los fotones o electrones son ondas, que atraviesan ambas rendijas. De ahí las extrañas explicaciones que en realidad, no se terminan de entender. La interpretación conceptual ofrece otro tipo de explicación, al considerar que los fotones o electrones no están en el espacio, hasta que son detectados por la pantalla. A continuación presentamos un esquema simplificado de esta experiencia.



Los electrones son generados y atraviesan las rendijas 1 y/o 2. Si sólo está abierta la rendija 1, se detecta en la pantalla una acumulación de electrones cuya curva probabilística es P_1 . Lo mismo con P_2 si sólo está abierta la rendija 2. Cuando ambas rendijas están abiertas, la forma detectada se corresponde con la curva de probabilidad P_{12} .

De acuerdo a esta interpretación, cada electrón lleva un mensaje que es interpretado por la pantalla. ¿Dónde es mayor la incertidumbre acerca del camino tomado por cada electrón? En el punto central de la pantalla, entre ambas rendijas. Por lo tanto, la mayoría de los electrones son detectados allí. Ese es un buen ejemplo de un electrón que ha provenído, de la rendija 1 “o” de la rendija 2. En cambio, la ubicación de la pantalla frente a cada rendija, no es un buen ejemplo de un electrón que ha provenído, de la rendija 1 o de la rendija 2. Por eso, en dichas ubicaciones la curva de interferencia toma un mínimo. Este tipo de comportamiento es un comportamiento conceptual, cosa que trataremos de mostrar con el siguiente ejemplo.

3- Interferencia entre conceptos

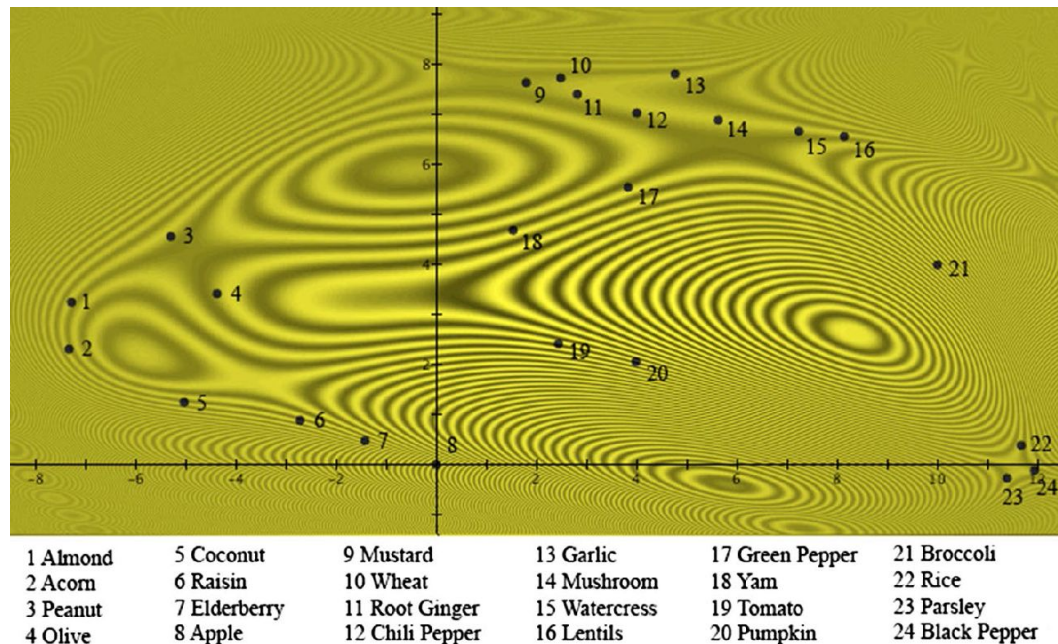
Un experimento cognitivo presenta 24 ejemplares de *Comida* ante un grupo de 40 estudiantes, pidiéndoles que elijan cuáles son los mejores ejemplos (típicos) de (a)- *Fruta*, (b)- *Vegetal* o (c)- *Fruta o Vegetal*.

Los ejemplares propuestos son: *almendra, bellota, maní, aceituna, coco, pasa de uva, baya, manzana, mostaza, trigo, gengibre, ají picante, ajo, hongo, berro, lentejas, pimienta verde, batata, tomate, calabaza, brócoli, arroz, perejil, pimienta negra*.

Estos diferentes ejemplos de *Comida* juegan aquí el mismo rol que juegan las posiciones “x” en la pantalla detectora del experimento de la doble rendija, con el concepto *Fruta* como rendija 1 y el concepto *Vegetal* como rendija 2.

Si el proceso de selección de los estudiantes al tratar de responder la pregunta (c) hubiera sido de tipo secuencial (eligiendo primero entre *Fruta* y *Vegetal* y luego, habiendo elegido el primero, seleccionar un buen ejemplo de *Fruta*, y habiendo elegido el segundo, seleccionar un buen ejemplo de *Vegetal*), la probabilidad de seleccionar un determinado ejemplar de *Comida* debería corresponder al promedio de probabilidades describiendo las

situaciones de las preguntas (a) y (b). Pero eso no es lo que se ve en los datos de este experimento cognitivo, que contiene en cambio zonas de aumento y disminución como en el caso de la interferencia. Cuando estos datos son representados por medio del formulismo cuántico se obtiene un gráfico que mostramos a continuación. Para una descripción detallada de dicho formulismo cuántico, ver (17).

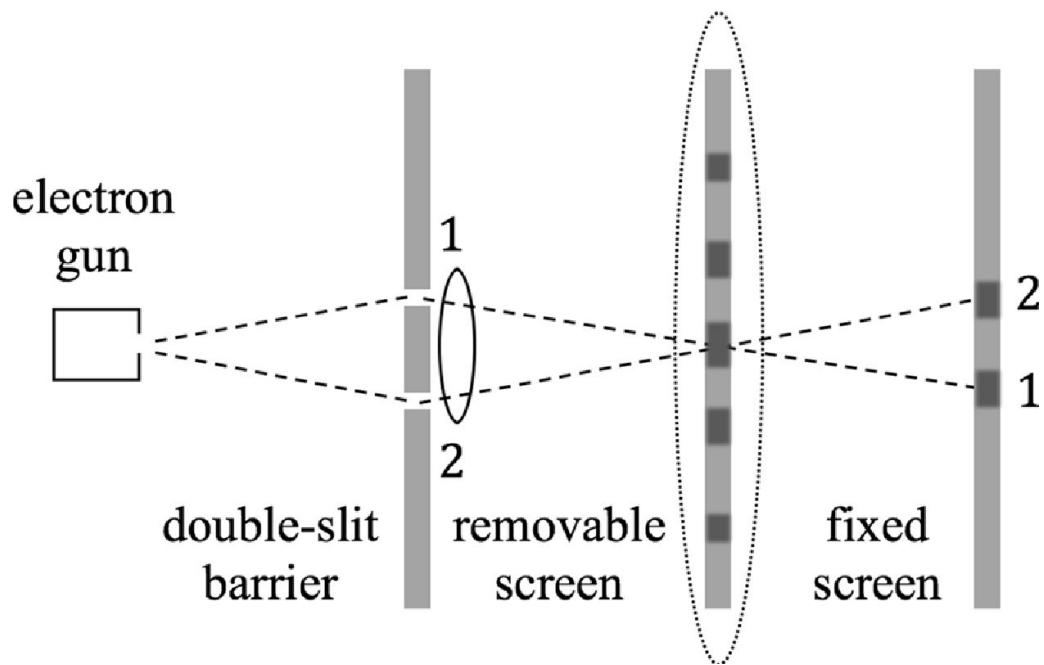


Hasta aquí, hemos distinguido entre la pantalla detectora, como estructura sensible al significado transportado por los electrones, y la barrera, que permite formular las tres preguntas (a), (b) y (c) en términos operacionales, cuando la barrera 1, la 2 o ambas a la vez se encuentran abiertas, respectivamente. Esta distinción sin embargo, no es fundamental, y fue utilizada simplemente para obtener una analogía mas clara con respecto a nuestra típica experiencia humana, cuando distinguimos entre la mente que responde a una pregunta, del proceso que formula la pregunta del caso. En realidad, la estructura *completa* del aparato experimental debería ser considerada como una estructura con características mentales, capaz de modificarse según la pregunta que se desea formular. La pregunta se formula abriendo la barrera 1, la 2, o ambas a la vez, y la respuesta se obtiene en cada caso mediante una traza particular de electrones en la pantalla.

4- La experiencia de doble rendija con elección demorada

Consideremos ahora la siguiente experiencia:

Una entidad cuántica, por ej. un electrón, ingresa en un aparato de doble rendija como el descrito anteriormente, con la diferencia de que su disposición es cambiada antes de que el electrón alcance la pantalla. Como se ve en el gráfico siguiente, hay una pantalla fija al final, y una pantalla móvil en un punto medio del recorrido de los electrones. Además, luego de la doble rendija hay un dispositivo similar a un lente que desvía el curso de los electrones.



Si se deja la pantalla móvil en el camino de los electrones, en ella se forma un patrón de interferencia. Si se retira esa pantalla, los electrones llegan a la pantalla fija, donde no se produce interferencia. El dispositivo permite mover la pantalla intermedia muy rápidamente, pero en todos los casos se observa que los electrones “demoran” su decisión de formar o no un patrón de interferencia, según sea la pantalla que tienen por delante.

Los experimentos de este tipo demuestran la inconsistencia de la concepción onda-partícula: si los electrones fueran ondas (pasando por ambas rendijas), o si fueran partículas (pasando por una u otra rendija), al ser modificada la estructura del aparato a último momento, luego de que los electrones han pasado por las rendijas, estos deberían impactar en la pantalla correspondiente en función del arreglo original, manteniendo su comportamiento como partículas u ondas, según fuera el caso. Pero eso no es lo que sucede. Los electrones se comportan siempre de acuerdo al arreglo final determinado. Algo similar sucede en el experimento con fotones que describimos anteriormente.

John Wheeler, el mentor original de esta experiencia, declaró al respecto: “Tratemos de sacar una lección de esta aparente inversión del tiempo: ningún fenómeno es un fenómeno hasta que es un fenómeno observado. En otras palabras, no es una paradoja queelijamos lo que debería haber sucedido después que ha sucedido. No ha sucedido realmente, no es un fenómeno hasta que es observado.”

Cuando el disparador arroja un electrón en dirección a la barrera de doble rendija, no deberíamos imaginar que es una onda o una partícula, sino una entidad abstracta que sólo es “atraída” al espacio-tiempo en el momento de su efectiva detección, ya sea por la pantalla intermedia, o por la pantalla final.

Consideremos nuevamente la hipótesis conceptual. La pregunta que se formula es “cuál es un buen ejemplo del impacto de un electrón que ha pasado por la ranura 1 o 2?” La respuesta la dará la pantalla móvil, si está en su lugar,

o la pantalla fija, si la anterior ha sido removida. Pero estas dos estructuras cognitivas encontrarán a los electrones en diferente estado conceptual. Cuando el electrón alcanza la pantalla intermedia su estado puede definirse así: *el electrón pasa por la rendija 1 o 2* (la presencia del lente no tiene efecto alguno en este caso). Cuando el electrón alcanza la pantalla final su estado queda definido por: *el electrón pasa por la rendija 1 o 2 y es subsecuentemente desviado de su trayectoria por medio de un lente convergente*. El significado transportado por los electrones en cada caso es diferente, y las estructuras cognitivas que son las pantallas lo interpretarán y manifestarán en consecuencia.

No debemos pensar que los electrones cambian su contenido conceptual en distintos momentos de su “trayectoria” (recordemos que según esta concepción ellos están fuera del espacio y el tiempo), sino que su contenido conceptual depende de la configuración del aparato de medición (en sentido amplio) en el momento de su detección y consiguiente entrada en el teatro espacio-temporal.

Otro modo de describir el contenido conceptual de los electrones que arriban a la pantalla final, es decir: *el electrón pasa por la rendija 1 o bien pasa por la rendija 2*. La disjunción “or” ha sido reemplazada por la “or exclusiva”, implicando el significado de que el electrón no pasa por ambas rendijas a la vez.

5- Relaciones de incertidumbre de Heisemberg

El conocido “principio de incertidumbre” de Heisemberg establece que, si en un instante se conoce con precisión el momento (18) de una partícula, no puede conocerse con precisión su ubicación espacial, y viceversa.

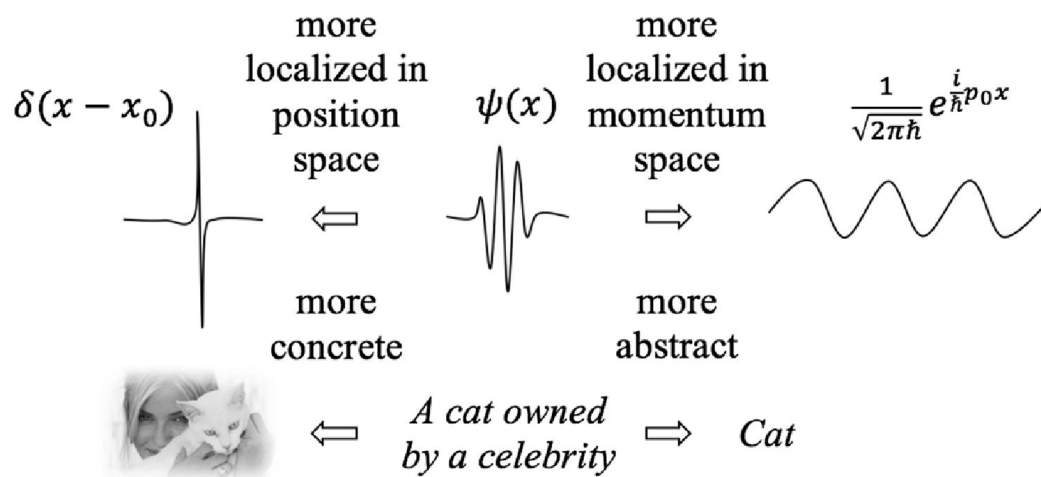
Considerando a las entidades cuánticas como entidades conceptuales, sucede que estas entidades pueden estar en distintos estados, de acuerdo al contexto en que se encuentran. Pero en un momento dado, se encuentran en determinado estado, y no pueden estar simultáneamente en un estado diferente. Esta es la idea esencial del principio de indeterminación. Pensemos en el concepto humano de *Animal*. Este es el estado más abstracto de este concepto. Pero veamos esta secuencia:

animal – gato – gato siamés – el gato siamés de mi vecino.

A la izquierda tenemos animal en su aspecto más abstracto, y a la derecha tenemos el mismo concepto, pero en el estado más concreto posible. Hay una secuencia de estados del concepto *animal* desde lo abstracto hacia lo concreto, y viceversa.

Podemos establecer un paralelismo entre un concepto como *animal*, y una entidad microfísica como un electrón, que de acuerdo a esta teoría, posee también naturaleza conceptual. En el caso del electrón, su estado más concreto se manifiesta cuando se encuentra claramente ubicado en el espacio tridimensional, mientras que su estado más abstracto aparece cuando lo que se conoce con precisión es su momento, pero no se conoce su ubicación espacial. Este último es el estado de los electrones cuando atraviesan la doble rendija: se encuentran de-localizados en el espacio. Cuando se manifiestan en

la pantalla detectora, su estado cambia hacia un estado concreto, quedando localizados en el espacio.



En la gráfica se observa la analogía que se percibe entre los dominios de lo abstracto y lo concreto, por un lado, y la localización en el espacio de momentos y posiciones por el otro. Se describen tres estados del concepto *gato*: "*gato*" sin más como estado de máxima abstracción, el "*gato de una celebridad* (genérica)" como estado intermedio, y el "*gato* (concreto) *de una determinada actriz*" por el otro, como el estado más concreto. Matemáticamente, el estado concreto se representa como un impulso, el estado intermedio como un vector de estado (con superposición de posibilidades), y el estado abstracto como una onda.

De acuerdo a esta interpretación, las relaciones de incertidumbre de Heisenberg no deberían ser consideradas como resultado de la falta de precisión en las medidas, o atribuidas al hecho de que los instrumentos de medición pueden alterar el estado de las entidades bajo medición. Se trataría, en cambio, de un modo de describir el necesario compromiso entre lo abstracto y lo concreto, resultante del hecho de que, ontológicamente, las entidades cuánticas son de naturaleza conceptual.

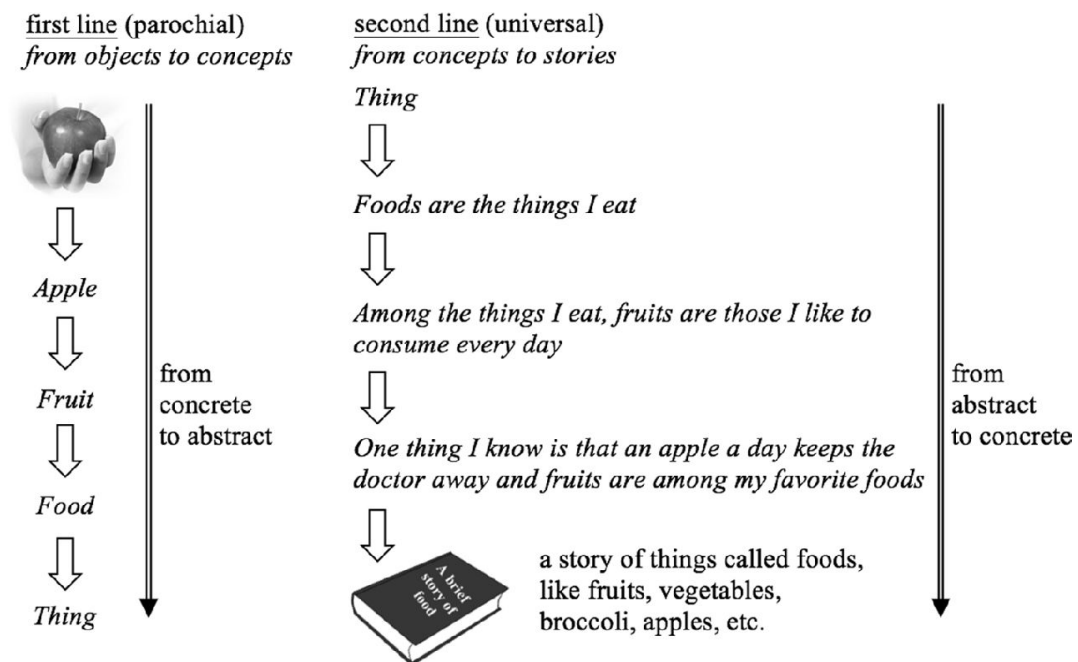
Así se interpreta, en términos generales, este principio de indeterminación en la interpretación conceptual de la física cuántica. Para más detalles sobre este punto, sugerimos consultar (19).

6- No-espacialidad y objetividad

La no-localidad de una entidad microscópica como un electrón debería ser denominada más adecuadamente como *no-espacialidad*, expresando el hecho de que la mayoría de los estados del electrón son estados abstractos, exhibiendo su estado concreto únicamente en situaciones correspondientes a localizaciones específicas en el espacio. Consecuentemente, la noción clásica de *objeto* corresponde a una entidad conceptual inmersa en un contexto determinista que le permite permanecer en un estado concreto por largo tiempo.

7- Evolución de los conceptos – La red de Internet – Más sobre no-localidad

Hay una línea local (el autor utiliza el término “parroquial”) que va desde lo concreto hacia lo abstracto, conectada con el modo histórico en que hemos desarrollado los conceptos (yendo desde lo particular hacia lo general), y hay una segunda línea que va desde lo abstracto hacia lo concreto, vinculada con nuestra habilidad para combinar conceptos a fin de crear nuevos significados complejos. En esta segunda línea los conceptos más abstractos son aquellos expresados por una sola palabra, como *árbol*, *casa*, *animal*. El nivel de concreción aumenta cuando el número de combinaciones conceptuales aumenta, de modo que los conceptos más concretos son aquellos típicamente constituidos por grandes agregados de conceptos, que en nuestro mundo humano denominamos genéricamente *historias*, como las que encontramos en libros, artículos, páginas web, etc. En este caso el término *historia* se refiere a todo conjunto de conceptos que han sido combinados para crear un significado definido.



Ahora consideremos un documento de texto conteniendo la palabra “*caballo*”. Esto significa que la *historia* en tal documento es un contexto determinista para el concepto *caballo*, que de acuerdo a la segunda línea estaría en un estado muy concreto. Como el documento contiene la historia completa, este documento actúa en el reino conceptual en forma similar al modo en que actúan los objetos macroscópicos.

Consideremos dos objetos A y B. La combinación conceptual “A y B” puede representar a un objeto, que sería la unión de A y B. En cambio, la combinación conceptual “A o B” ya no representa a un único objeto. Veamos ahora estas relaciones en el reino de los conceptos. La combinación *Concepto A* y *Concepto B* sigue siendo un concepto, pero a diferencia del caso anterior, la combinación *Concepto A* o *Concepto B* también es un concepto. El reino conceptual es cerrado respecto de la conjunción (y) y la disyunción (o), mientras que el reino de los objetos es sólo cerrado respecto de la conjunción.

Como las *historias* son conceptos, una combinación *Historia A y Historia B* es un concepto, pero también lo es *Historia A o Historia B*. En cambio si tenemos dos libros, uno conteniendo la *Historia A* y otro conteniendo la *Historia B*, la conjunción de los libros puede considerarse un libro (unión de A y B), pero la disyunción difícilmente podría considerarse un libro. En general la conectiva *or* no provee una conexión suficientemente significativa para aparecer en un libro (20). De todos modos, hay casos de historias donde se introduce deliberadamente la disyunción, como por ejemplo las historias de detectives donde se presentan distintas alternativas de solución ante un crimen. Cuando se consideran textos breves las disyunciones aparecen con más frecuencia, como en frases del tipo “*te o café*” o “*vivo o muerto*”.

A diferencia de las disyunciones, las conjunciones de *historias* son también *historias* en un sentido más obvio y concreto, como el conjunto de libros en una biblioteca. Y así como los objetos que son conjunciones de objetos necesitan mas espacio para manifestarse en nuestro teatro espacial, *historias* que son conjunciones de *historias* también necesitan mas “espacio” para manifestarse, es decir, mas páginas, mas palabras, mas memoria en un computador. Sin embargo, a diferencia de los objetos ordinarios, no existe aún para las historias humanas el equivalente a un reino espacial bien estructurado. Seguramente hay muchas maneras de definir una estructura embrionaria a partir de la cual un entorno simétrico y organizado podría un día surgir.

Como ejemplo de lo anterior, consideremos esa colección de *historias* humanas que es la Red Mundial de Internet (World Wide Web). Sus páginas interconectadas pueden ser entendidas como las posibles manifestaciones espacio-temporales de una entidad abstracta bastante compleja de significados cuya descripción completa requeriría el uso de formalismos cuánticos, o de formalismos análogos aún más generales.

Podemos considerar la colección completa de páginas web como el equivalente de nuestro espacio tridimensional Euclidiano, entendido como un teatro para esas entidades clásicas que llamamos objetos. Cuando un humano inserta la palabra “*caballo*” en el buscador, obtiene como resultado una *historia* que incluye ese concepto, entre otras muchas *historias* posibles. Este experimento de búsqueda puede ser considerado como el equivalente a una medición cuántica, aunque el paralelo no es completo, pues los buscadores operan en forma determinista, mientras que las mediciones cuánticas son de resultado aleatorio. De todos modos, cuando al operador humano se le presenta una lista de páginas a escoger, la elección en sí introduce un elemento de impredecibilidad en el proceso.

Podemos ver ahora una interesante explicación de “no-localidad” en esta interpretación conceptual de la física cuántica. Como ya dijimos (en esta interpretación), *no-localidad* significa *no-espacialidad*. El espacio Euclidiano tridimensional (o en forma más general el espacio de cuatro dimensiones de Minkowski, posiblemente curvado por la gravedad) no debería ser considerado como el teatro mayor de nuestra realidad física, sino como un “espacio” que emerge siguiendo la estructuración de las entidades macro-físicas que crecen a partir de las micro-físicas. Y en la interpretación conceptual, *no-espacialidad* significa *abstracción*. La no-localidad y no-espacialidad resultarían del hecho de que las entidades micro-físicas, siendo entidades conceptuales, pueden formar historias coherentes, siendo la coherencia la expresión de una conexión significativa. Exactamente del modo en que, en el reino conceptual humano, las historias, y en particular las páginas web, se originan y se estructuran a través del significado contenido en visiones del mundo individual y colectivo. Y estos significados, que conectan conceptos abstractos con otros más concretos, explican porqué las entidades cuánticas conceptuales están siempre

disponibles para adquirir propiedades espaciales, al permitir su detección por los aparatos que pertenecen al espacio semántico (el espacio Euclidiano) que es el teatro para sus *historias*.

Consideremos una *historia* que menciona un *Animal* en diferentes partes de su narrativa. Imaginemos que, en cierto momento, el *Animal* es definido como un *Caballo*. El concepto *Animal* de la historia entra en el estado *El animal es un Caballo*. Entonces, instantáneamente, se convierte en *Caballo* en todas las demás partes de la historia, donde antes había sido definido como *Animal*. Esto es precisamente lo que pasa en ciertos experimentos, cuando entidades separadas en el espacio por largas distancias, son observadas cambiando simultáneamente sus estados en forma correlacionada.

8- Entrelazamiento cuántico

El entrelazamiento es uno de los fenómenos cuánticos mejor estudiados y verificados experimentalmente, y uno que aparentemente desafía nuestro sentido común con respecto al espacio y el tiempo. La posibilidad de verificar una condición de entrelazamiento entre dos micro-entidades parece no depender de la distancia entre ellas. Una característica del entrelazamiento es que este es ubicuo, en el sentido de que las entidades cuánticas naturalmente se entrelazan cuando se les permite relacionarse, y permanecen en esa condición hasta que algo intervenga para hacerles perder la coherencia. Esta ubicuidad del entrelazamiento espeja la ubicuidad de las *conexiones significativas* que están presentes en todo dominio conceptual. Tan pronto como dos entidades conceptuales son habilitadas para encontrarse en determinado contexto cognitivo, una conexión significativa existirá entre ellas, cuya fortaleza dependerá de qué tanto significado estas dos entidades puedan compartir e intercambiar entre sí.

Tomemos el ejemplo de dos conceptos: *Animal* y *Actúa*. Dos conceptos abstractos que se hallan fuertemente conectados por su significado en la mayoría de los contextos. Tal conexión resulta evidente en frases como *El animal actúa*. Para entender mejor esta conexión consideremos dos parejas de ejemplares para ambos conceptos: (*Caballo*, *Oso*) y (*Tigre*, *Gato*) para *Animal*, a las que llamamos A y A' respectivamente y (*Gruña*, *Relincha*) y (*Bufa*, *Maúlla*) para *Actúa*, a las que llamamos B y B' respectivamente. Luego podemos invitar a cierto número de individuos a participar en el siguiente ejercicio de coincidencias. Considerando la combinación *El animal actúa*, se les pide que seleccionen pares de ejemplares para estos dos conceptos, como ejemplos representativos de su combinación. Si ellos elijen desde las parejas A y B, su selección será considerada como resultado de una medición conjunta marcada como AB, y similarmente para las otras combinaciones, definiendo en total cuatro mediciones conjuntas: AB, AB', A'B, y A'B'. Las estadísticas de estas mediciones pueden luego ser analizadas del mismo modo en que los físicos analizan los datos de los experimentos de prueba de Bell (21). Y el resultado es que la desigualdad será violada con magnitudes similares a las típicas de un laboratorio de física en pruebas de electrones o fotones entrelazados.

De manera que la combinación conceptual *El animal actúa* describe lo que en física cuántica es considerado un estado entrelazado. Esta combinación contiene tanto una especificación del estado de *Animal* como del estado de *Actúa*, pero también una especificación del "estado de su conexión".

En este punto la interpretación conceptual necesita introducir un cambio en la formulación tradicional de la mecánica cuántica respecto de los sistemas entrelazados,

de manera de poder definir el estado entrelazado sin perder la definición de sus componentes. Mayores detalles pueden verse en (19).

9- El problema de la medida

En las secciones previas, se han considerado diferentes fenómenos cuánticos y se ha explicado cómo pueden ser entendidos a la luz de la interpretación conceptual. Para ello, se ha descrito a los aparatos de medición como estructuras de memoria sensibles al significado transportado por las entidades cuánticas bajo medición. Las mediciones serían entonces como contextos interrogativos, durante los cuales una entidad conceptual, usualmente preparada en un estado abstracto (de superposición), es forzada a adquirir un estado más específico, correspondiente a una de las posibles respuestas que el montaje experimental permite seleccionar (caso similar a un examen de “multiple choice”). La metáfora de considerar a una medición como un proceso interrogativo puede ser usada independientemente de la interpretación conceptual, ya que los científicos ciertamente interrogan al sistema bajo medición, y la respuesta es el resultado de la medición. Pero esa sería una descripción solamente correspondiente al nivel humano cognitivo, cosa que por otra parte siempre está presente, dado que la ciencia es una actividad del ser humano.

La interpretación conceptual, sin embargo, agrega una nueva capa de conocimiento: la que corresponde a la interacción significativa entre la entidad medida y el aparato de medición. Aquí aparece entonces la siguiente pregunta: ¿puede el proceso humano de decisión aclarar qué es lo que sucede “detrás de la escena” de un proceso de medición cuántico, aportando así un argumento adicional a favor de la interpretación conceptual?

Para responder dicha pregunta, debemos en principio identificar los principales elementos que caracterizan a un proceso interrogativo, cuando una entidad cognitiva debe dar una respuesta frente a determinada situación (que podemos representar como una entidad conceptual en determinado estado), seleccionando la respuesta entre un conjunto de posibilidades predeterminadas. Podemos preguntarnos intuitivamente qué sentimos al ser confrontados en contextos de decisión de este tipo. Seguramente reconoceremos que hay una primera fase durante la cual comparamos la pregunta en cuestión con el conjunto de las posibles opciones que se nos ha dado. Podemos entender esta primera fase como un proceso preparatorio determinista durante el cual acercamos el significado de la situación tanto como sea posible al significado de cada una de las posibles respuestas, que pueden ser descritas como estados finales de la entidad conceptual bajo interrogación. Como se trata de respuestas mutuamente excluyentes, esta primera fase crea un estado de equilibrio inestable entre las diferentes opciones que compiten tensamente entre sí. A esto le sucede una segunda fase (que también podemos reconocer en nuestra experiencia) durante la cual el anterior equilibrio inestable es súbitamente perturbado, en una forma que no puede ser prevista con anticipación. Esta perturbación causa un proceso irreversible durante el cual el estado conceptual es conducido hacia una de las posibles opciones de respuesta. Este es un proceso ponderado que rompe la simetría, y reduce las anteriores tensiones competitivas, permitiendo a la entidad cognitiva la actualización de una respuesta.

¿Podemos describir un proceso de medición cuántico como un proceso similar al cognitivo de dos fases, donde el estado inicial de la entidad medida

es primero llevado a un estado de equilibrio tensional, que es subsecuentemente roto de tal modo que el proceso obedece exactamente las predicciones de la regla de Born (22)? La respuesta es afirmativa y la descripción en cuestión está contenida en el llamado “modelo general de tensión-reducción”. Los detalles matemáticos del caso pueden verse en (19).

10- Consideraciones finales

Con esto concluimos esta reseña de la interpretación conceptual de la física cuántica. Quedan sin exponer interesantes puntos que aportan más claridad al planteo. Además de los artículos ya citados, en (23) y (24) pueden encontrarse otros dos, para quienes estén interesados en profundizar en el tema.

5.5 - Los sistemas jerárquicos abiertos

El notable pensador y divulgador científico que fue Arthur Koestler desarrolló en su libro “El Fantasma en la Máquina” (The Ghost in the Machine) una teoría sobre lo que él denominó “sistemas jerárquicos abiertos”, aplicable en principio a los seres vivos, pero susceptible de ser extendida a todos los órdenes de la realidad perceptible.(11)

Las siguientes son las características principales de estos sistemas:

1- El organismo debe ser considerado como una jerarquía de múltiples niveles, de semi-autónomos sub-ensambles que se ramifican en otros de menor nivel, y así siguiendo. Nos referiremos a cada uno de estos sub-ensambles de la jerarquía con el nombre de “*todón*” (*holon* en inglés). “Mirando” hacia adentro, cada todón se percibe a sí mismo como un todo autónomo, pero mirando hacia afuera, se percibe como una parte de un todo mayor. En el dominio de la vida, no existen “partes” y “todos” en sentido estricto. Ejemplificando, podemos señalar a los órganos y a las células del cuerpo humano como todones biológicos (de distinto nivel), a los fonemas, las palabras y las frases como todones lingüísticos, y a los individuos, familias, tribus y naciones como todones sociales.

2- La doble naturaleza del todón, que es parte y es todo, da origen a dos tendencias que se manifiestan en toda la escala jerárquica: la tendencia auto-afirmativa y la tendencia integrativa. La primera surge porque el todón busca mantener su estructura en el tiempo, la segunda, porque el todón de mayor nivel del cual se es parte, también busca sostener su estructura a medida que pasa el tiempo. Esta es una característica universal de la vida. Una polaridad análoga se observa entre las fuerzas cohesivas y separativas de los sistemas inorgánicos estables, desde los átomos a las galaxias.

Las manifestaciones integradoras de la vida constituyen una reversión de la Segunda Ley de la Termodinámica (13). Esto es así, porque las formas de la vida evolucionan hacia una complejidad creciente, cuyo sentido y función en el Universo no son aún conocimientos establecidos.

Las manifestaciones específicas de las tendencias integradoras, en diferentes niveles, van desde la simbiosis de organelos y animales coloniales, pasando por las fuerzas cohesivas de rebaños y bandadas, hasta los lazos integradores de las sociedades de insectos, de mamíferos y, en particular, de Primates.

Algunas manifestaciones derivadas de la tendencia auto-afirmativa son el individualismo, la competición, y las fuerzas separatistas del tribalismo, el nacionalismo, etc.

En el comportamiento adulto, las tendencias auto-afirmativas de los todones funcionales se muestran en la fijeza de ciertas conductas (rituales, roles), en los hábitos adquiridos, y en las rutinas estereotipadas de ciertos modos mecánicos de pensar. Las tendencias integradoras se reflejan en las adaptaciones flexibles, las improvisaciones, y los actos creativos que dan origen a nuevas formas de comportamiento.

En condiciones de estrés, la tendencia auto-afirmativa se suele manifestar mediante emociones adrenérgicas agresivas-defensivas, mientras que la tendencia integradora suele dar origen a emociones participativas e identificativas que tienden a trascender el Yo.

Las reglas de conducta de un todón social representan no sólo restricciones impuestas sobre su comportamiento, sino también máximas de conducta, imperativos morales y sistemas de valores.

3- Las jerarquías eferentes, que controlan las acciones del todón en su medio, operan generalmente mediante el principio del “gatillo”. Una acción simple pone en marcha una serie a veces larga y compleja de acciones predeterminadas. Por ejemplo, el Ministro de Transporte da la orden para que se construya una nueva autopista. Esto pone en marcha una larga serie de actividades en la que participan numerosos componentes de la jerarquía, en distintos niveles. Pero la orden original es simple y directa. Lo mismo puede decirse de la decisión de caminar desde un sitio a otro. La decisión es simple, inmediata, pero esto pone en marcha un importante conjunto de actividades nerviosas y musculares predeterminadas, aprendidas, de niveles inferiores.

Un todón de nivel “n” en una jerarquía efectora, es percibido en el nivel “n+1” como una unidad, y puesto en acción como una unidad.

Las jerarquías perceptuales operan en sentido contrario. Estas jerarquías controlan el ingreso de información desde el medio hacia el todón. En este caso nos encontramos con la existencia de filtros. La información es procesada, separada del ruido, clasificada, discriminada, y ponderada de acuerdo a los intereses y necesidades del momento. En todo este proceso trabajan la conciencia y la memoria como aspectos de una misma estructura.

Las jerarquías eferentes “descienden” desde lo abstracto a lo concreto, deletreando y particularizando. Las jerarquías perceptuales “suben” desde lo concreto a lo abstracto, procesando, digiriendo, generalizando. Podríamos también decir que las jerarquías

eferentes van desde la mente al mundo, mientras que las jerarquías perceptuales van desde el mundo hacia la mente.

4- Las jerarquías pueden ser representadas como estructuras con forma de árbol, con interconexiones horizontales entre las distintas ramas y a distintos niveles. En estas representaciones los puntos de unión de las ramas (nodos) representan a los todones de la jerarquía.

Los organismos y las sociedades operan en una jerarquía de medios, o ámbitos mayores, que van desde el medio inmediato de cada todón hasta el “ámbito que incluye a todos los ámbitos”, o, dicho de otro modo, hasta la imagen global que en cada caso se pueda tener sobre el Universo.

5- A medida que se asciende en la jerarquía, los todones correspondientes muestran patrones de comportamiento crecientemente complejos, más flexibles y menos predecibles, mientras que en la dirección opuesta (descendiendo) se observa un comportamiento cada vez más mecanizado, estereotipado y predecible.

Toda actividad, sea innata o adquirida, tiende a convertirse, con la práctica, en una rutina automatizada. En este sentido puede decirse que existe una continua transformación de actividades mentales en actividades mecánicas.

Un ambiente monótono facilita la mecanización de la conducta, mientras que las contingencias inesperadas requieren decisiones que deben ser tomadas en niveles superiores de la jerarquía. Esto representa un desplazamiento de control desde un nivel mecánico hacia un nivel relativamente más consciente.

Cada ascenso en la jerarquía corresponde a una conciencia más vívida y precisa de la actividad del momento, y, dado que la variedad de elecciones alternativas crece con la complejidad creciente de los niveles superiores, cada ascenso es acompañado por una experiencia subjetiva de libertad de elección.

La aproximación jerárquica reemplaza las teorías duales de la relación mente-cuerpo por una hipótesis serial, donde lo mental y lo mecánico aparecen como atributos relativos de un proceso único, con un aspecto dominante que depende de posibles cambios en el nivel de control de las actividades en curso.

La conciencia aparece como una cualidad emergente tanto en ontogenia (desarrollo del individuo) como en filogenia (desarrollo de las especies), que, desde sus primitivos orígenes, evoluciona hacia estados más precisos y complejos. Es la más alta manifestación de la Tendencia Integrativa, para producir orden a partir del desorden, y para separar la información del ruido.

6- Un organismo o una sociedad se encuentra en equilibrio dinámico con su medio cuando la Tendencia Auto-afirmativa está en equilibrio con la Tendencia Integrativa. Esta situación de equilibrio no se refiere a relaciones entre todones de un mismo nivel, sino a la relación de un todón con el ámbito mayor del cual es parte.

Cuando la tendencia auto-afirmativa es más fuerte que la integrativa, se suele producir un perjuicio del ámbito mayor en beneficio del todón en cuestión, se trate de un órgano, una estructura cognitiva (una “idea fija”), un individuo o un grupo social. Cuando se produce lo contrario los poderes del conjunto mayor menoscaban la autonomía y la individualidad del todón. En tal caso se suele producir un retroceso del todón, desde una tendencia integrativa más o menos madura hacia formas primitivas de la identificación (con ciertos “líderes” por ejemplo), o hacia las formas cuasi-hipnóticas de la psicología grupal.

Concluiremos esta reseña sobre los sistemas jerárquicos abiertos con una cita textual del libro de Koestler:

“Mientras las emociones auto-afirmativas *reducen* el campo de la conciencia (las pasiones no son ciegas, sino de visión corta), las emociones trascendentes *lo expanden*, hasta que el Yo parece disolverse en el “sentimiento oceánico” propio de la contemplación mística o del trance estético. Las emociones auto-afirmativas tienden a reducir la libertad de elección, mientras que las trascendentes tienden a liberarnos de la necesidad de elegir, en un estado de paz que sobrepasa todo entendimiento”.

“Esta disolución del Yo parece, en principio, ser un proceso opuesto al que lleva hacia la supra-conciencia. Sin embargo, en la literatura mística, ambos procesos aparecen fuertemente relacionados. Por ejemplo, en Hatha Yoga, el objetivo inmediato es lograr un nivel más alto de conciencia por medio del control voluntario de los músculos y las vísceras. Pero ello es considerado únicamente como un medio para lograr un estado de “pura conciencia, sin objeto o contenido alguno salvo el de la conciencia en sí”. En ese estado, se supone que el Yo transitorio entra en una suerte de ósmosis espiritual con el Atman, o espíritu universal, y se funde con Él. Otras escuelas místicas tratan de lograr lo mismo por otros caminos, pero todas parecen coincidir en que la conquista del Yo es un medio hacia su trascendencia”.

5.6- La Meditación Trascendental

Mario Rodríguez Cobos (12), pensador y escritor latinoamericano, fundador de la corriente de pensamiento denominada “Nuevo Humanismo” o “Humanismo Universalista”, ha efectuado importantes aportes sobre el funcionamiento de la conciencia y su relación con el mundo.

En 1972 tuve la oportunidad de asistir a las cuatro conferencias que dictó en Buenos Aires sobre “Meditación Trascendental”. Se trataba de un sistema de estudio y observación del propio funcionamiento mental, de raíces fenomenológicas. Tal vez el lector pueda comprender que una cosa es el estudio teórico de alguna propuesta sobre el funcionamiento mental, y otra muy distinta la *contemplación* del funcionamiento de la conciencia en el propio instante en que este se produce. El tipo de comprensión que puede aflorar en el segundo caso, no puede compararse con el primero.

Yo era muy joven en aquellos tiempos, y en aquel momento, mucho no pude comprender sobre lo que allí se decía. No obstante, una certeza asombrosa e inesperada surgió y se arraigó en mi conciencia para siempre: las cosas no son lo que parecen, y lo

que llamamos “realidad” es una construcción que hacemos nosotros mismos. Desde entonces, trato de descubrir cómo es el mundo, más allá de las apariencias.

Los siguientes son extractos del libro correspondiente: (13)

“La meditación trascendental es un tipo de meditación pasiva, que permite alcanzar las raíces del pensar. Si, en definitiva, el pensar y el mundo sobre el que se piensa tienen la misma raíz, esta identificación entre lo interno y lo externo...tiene que surgir en la meditación trascendental. De tal manera nos encontraremos con un tipo de realidad distinta a la realidad ilusoria que se nos presenta a la percepción. Una realidad en que la conciencia y las cosas se identifican, una realidad de visión sin tabiques en donde el mundo sea sin un afuera y sin un adentro.

La meditación trascendental se hace efectiva trascendiendo las percepciones, trascendiendo las imágenes, trascendiendo la memoria, el encadenamiento de la memoria, la tendencia de la estructura de la conciencia y así siguiendo. La meditación trascendental no trabaja con objetos, sino con actos de conciencia. Pongámonos de acuerdo: un micrófono, un objeto. Tengo la percepción del micrófono. Cierro los ojos: tengo el recuerdo o la representación del micrófono. Me fijo ahora que estoy pensando en esa imagen que tengo del micrófono. Observo que sin la imagen del micrófono no habría un acto que se refiere a él y sin el acto de conciencia no habría un objeto que se relaciona con él. Esa estructura que se me da en la conciencia entre acto y objeto (que ha sido conscientemente estudiada por ciertas corrientes de pensamiento contemporáneo), es la que nos va a interesar para nuestro trabajo.

Vamos a usar metódicamente doce pasos... **Al primer paso lo vamos a designar como: aprender a ver.**

Aprender a ver es atender a las percepciones sin ningún tipo de consideración sobre ellas. Simplemente atender. Camino y atiendo lo que percibo. Esto no es tan fácil como parece. En seguida me distraigo, en seguida empiezo a hacer consideraciones. Es precisamente en el aprender a ver, sin ningún tipo de crítica, sin ningún tipo de consideración, donde descubro la presencia de los ensueños. No hablo de los ensueños porque alguien me lo dijo. Es que si me pongo con atención a fijarme en un objeto, al poco tiempo aparecen los ensueños. Y ahí los tenemos ya captados experimentalmente en nosotros mismos...

En el segundo paso voy a tratar de: ver en todas las cosas los sentidos.

En toda cosa que se percibe está la sensación, más la cosa. Veamos los micrófonos. Si alguien me pregunta por los micrófonos, le respondo que los micrófonos están allá. La percepción está como en el medio, y la conciencia refleja los micrófonos que siguen estando afuera. Pero en la percepción que tengo del mundo desaparece la idea de que existen los sentidos, de que existe la conciencia, y yo solamente experimento las cosas. No sólo experimento las cosas, sino que estoy confundido con ellas. Estamos hablando de cómo yo experimento las cosas en la vida cotidiana. Esta falsa fusión entre conciencia y cosa hace que dependa yo de las cosas tal cual se me presentan.

En esta separación que hago entre aquello que me provoca la sensación y yo que percibo la sensación (en esta separación y en esta dificultad operativa) descubro los mecanismos de identificación básicos.

En el tercer paso, voy a tratar de ver ya en los sentidos, la conciencia.

En toda percepción se tiene una estructura que no está en los sentidos sino en la conciencia.

Estemos de acuerdo en cuestiones de términos, para comenzar. El micrófono es para mí micrófono, porque todas las sensaciones y la percepción que tengo de él se organizan en mi conciencia. Yo de ninguna manera me voy a permitir decir que el micrófono es tal cual lo percibo. Un físico por ejemplo, que diría hablando de las velocidades atómicas, de la estructura molecular y de la mayor parte del espacio vacío en el cuerpo sólido que nosotros percibimos de modo tan pleno e inmóvil. ¿Pero esta percepción depende sólo de los órganos perceptuales o depende de la estructura de la conciencia? ...yo estoy preguntando en este momento si es que la conciencia, aparte de recibir los impactos del objeto externo, está inactiva. ¿O es que la conciencia misma, estructura de un modo muy activo los datos externos? Porque si es así, esto tiene gran importancia.

En el caso del L.S.D., verbigracia, no es que el objeto haya cambiado externamente, ni que se hayan "abierto las puertas de la percepción" como diría Huxley citando a Blake. ¿No será que se modifica la estructura de la conciencia y que esta conciencia que ha modificado su estructura, permite advertir en los datos sensoriales, cosas que antes no advertía? ¿O bien, pone de relieve o desplaza algunos fenómenos que de todas maneras llegan invertidos? Esto de reconocer en el fondo de toda percepción la acción de la conciencia es de vital importancia para nuestro estudio. Porque de acuerdo a cómo esté estructurada esa conciencia, así será también la percepción del mundo que se tenga.

La realidad se me aparecerá distinta si varío la estructura de la conciencia... si nos ponemos en presencia de los fenómenos ilusorios y alucinatorios, nos damos cuenta que no tanto está el problema en la percepción, sino en la estructuración de la conciencia. Este paso nos hace descubrir cómo pueden gestarse las ilusiones.

Nos vamos un paso más adentro y decimos: **cuarto paso, ver en la conciencia la memoria.**

Se observa que en toda percepción están los sentidos. Que la conciencia organiza estos datos sensoriales en estructura. Y finalmente, que la estructura depende de datos anteriores, de datos de memoria.

Hagamos desaparecer la percepción del micrófono. Cierro los ojos... ya no percibo el micrófono. Pero sí puedo recordar el micrófono, puedo evocar al micrófono. Tengo la representación del micrófono. Descubro que en esa imagen del micrófono que corresponde, más o menos a la de percepción, hay un distinto acto que se refiere a ese objeto. En el acto de la percepción está el objeto-micrófono, pero el acto de percepción es distinto al acto de la representación. El objeto se me aparece más o menos del mismo modo, pero reconozco que son actos bien distintos. De ninguna manera podría confundir el objeto que me represento con el objeto que percibo... a menos que esté soñando despierto. Noto esa diferencia y noto la diferencia en los actos que se refieren al mismo objeto.

Es gracias a los actos anteriores de percepción y a la representación basada en la memoria, que puedo reconocer a las nuevas percepciones. En todo reconocimiento hay pues percepción y representación. Aun las percepciones sobre entidades totalmente nuevas para la conciencia son aprehendidas, en relación con representaciones de ámbitos afines.

Descubro que las actividades de la conciencia: relacionantes y comparativas en general, tienen que ver con los datos anteriormente grabados.

Observen que los mecanismos de memoria son los que nos permiten en definitiva, comparar y relacionar. Y que si nosotros sacáramos toda esa materia prima no podríamos establecer relaciones de ningún tipo. Nos guste o no nos guste (he aquí lo interesante), descubrimos que la comprensión depende de la memoria.

De manera que poca comprensión puede haber con poco dato. Sin dato no puede haber comprensión. Aunque la estructura de la conciencia por sí misma permita relacionar, sin dato, ¿qué se puede relacionar? ¡No se puede relacionar en el vacío!

Hemos dicho antes, que existe una impleción mutua entre el acto y el objeto de conciencia. Y si existen actos propios de la conciencia, tales como los actos de relacionar y no existen objetos, no se puede dar la impleción. De manera que gracias a la memoria, es que puedo comprender. Desde luego que habrá mayor inteligencia (por así decir), mayor comprensión, cuanto mayor sea la posibilidad de relación entre datos. Puede a la inversa suceder, que tenga almacenados una cantidad de datos y no tenga capacidad de relación.

A mismo número de datos, pero con mayor capacidad de relación, más inteligible se hace el asunto y más inteligencia hay en esas operaciones. Pero básicamente, sin datos y sin grabación de memoria, no hay comprensión ni hay inteligencia.

En el quinto paso, vamos a tratar de ver en la memoria la tendencia. ¿Qué es esto de la tendencia? Aquí ya se observa lo que podríamos llamar, entre comillas: la "forma mental". No como representación, no. Aquí se observa la forma mental no como representación, sino como todo acto de conciencia que tiende a ligarse a un objeto. Se observa que si se trata de prescindir de la representación, para atender a actos puros, nuevos objetos aparecen para ligarse a esos actos. Y se organizan representaciones que completan actos, en lo cual se observa el trabajo de la memoria de continuo, ya que la memoria tiende a actualizarse y tiende a cubrir el vacío que se produce en la conciencia. Descubro en definitiva, lo que ya descubrió Brentano: el mecanismo de intencionalidad. Descubro además en la conciencia, el proceso mediante el cual la memoria tiende a manifestarse cubriendo cualquier acto de conciencia.

Tengo el micrófono, cierro los ojos, tengo la representación del micrófono; observo ahora no ya la imagen interna del micrófono sino el acto que se refiere a la representación.

Ese acto se ha convertido ahora en un objeto de conciencia. ¡Fíjense que gracioso! Resulta ahora que el objeto no es el micrófono representado sino que ahora el objeto es lo que en el paso anterior era el acto. ¿Y por qué digo que esto es ahora un objeto? Digo que es un objeto porque hay un nuevo acto de conciencia que se refiere a él. Todo acto que se refiere a algo, se refiere a un objeto. De manera que ahora no tengo siquiera la imagen del micrófono, ahora tengo el acto de representación del micrófono el cual estoy estudiando. ¿Está claro?

Descubro el mecanismo de intencionalidad que hace que todo acto de conciencia tenga como referencia a un objeto y que en cuanto desaparezca un objeto de la conciencia, inmediatamente tenga que aparecer otro para ser cubierto por la intencionalidad de mis actos.

El sexto paso lo expreso como: ver en la tendencia el encadenamiento, y digo que aún en el caso de lograr prescindir de toda representación, noto la tendencia a que la conciencia se complete en actos. Noto esto en el esfuerzo por eliminar toda representación, como pueden hacer aquellas personas afectas al vacío mental, o a la mente en blanco... supongamos que por un esfuerzo muy especial, yo lograra en mi

conciencia impedir que "entrara" cualquier tipo de contenido; yo estaría haciendo un esfuerzo. Es más, yo tendría ahora la noción del instante en que estoy trabajando. Yo digo: "ahora voy a tratar de que no entre ningún contenido en la conciencia". Ahora sí, ya entró uno, de manera que me estoy preocupando y tengo expectativa en que no entre y me cuido de que no entre ningún objeto de conciencia.

En todo este tipo de trabajos, estoy observando actos de conciencia que me ponen en evidencia un encadenamiento, una tendencia en la conciencia a ser completada por actos. De manera que, aun en el caso de la conciencia vacía, en el caso de la no-mente, aún en ese caso, existen expectativas que tienden a llenar la conciencia. Y no podría ser de otro modo, porque la conciencia es una estructura.

Esta estructura de la conciencia es, en principio, insalvable. Es la que permite que pueda pensar. La conciencia tiene una estructura y no puedo evadirme de esa estructura. La estructura de la conciencia hace que aun cuando haga el vacío de contenido mental, existan las protensiones y las retenciones, existan los instantes de tiempo, exista un ordenamiento. Todo aquello existe en la conciencia y yo lo advierto.

En suma: a las resistencias mentales, a esos esfuerzos (a esos trabajos que hago por impedir que todo acto de conciencia se manifieste y que todo objeto de conciencia se manifieste), a todas esas dificultades, las observo delatando tendencias a las que está encadenada la conciencia y sin las cuales no parece poseer estructura organizada, ni parece poder actuar.

Este hecho es de consecuencias, por cuanto se encuentra en la raíz de la forma mental. Este encadenamiento es el que impide sobrepasar la estructura de la propia conciencia y el que nos ata a una forma determinada. Descubro de este modo el mecanismo de determinismo de la conciencia.

Cuando hablo o se habla de la libertad de la conciencia, es bueno atender con mucho cuidado a ver dónde la descubrimos, porque hasta ahora nos guste o no, todo lo que hemos encontrado ha sido el mecanismo de determinismo de la conciencia.

Séptimo: Ver en el encadenamiento lo permanente. Se observa que no obstante la variación de las percepciones, de los ensueños, de las identificaciones, de las ilusiones, de las diversas formas de comprensión, de las distintas manifestaciones de la memoria, de la movilidad de la conciencia con sus actos y objetos y con sus instantes diversos (no obstante esto y todas las otras variaciones que se nos ocurran) lo permanente es siempre el encadenamiento de la conciencia. Lo permanente es siempre la inevitabilidad de la propia estructura. Este encadenamiento estructural que habíamos ya advertido, lo consideramos como una necesidad permanente.

Octavo: Ver lo permanente en uno y en todo.

Se observa que, aunque los fenómenos internos sean diversos, todos están encadenados en estructura. Volviendo al nivel de simple percepción (volviendo allá a los primeros pasos), vemos que también ella, la percepción, es estructurada por la conciencia.

Observando que conciencias distintas obtienen indubitablemente por estos pasos, la conclusión de la estructuralidad de la conciencia (no obstante los diversos fenómenos particulares), podemos inferir que las diferencias intersubjetivas pueden resolverse por vía estructural.

Las diferencias de los fenómenos particulares en cada conciencia, no llevan necesariamente al solipsismo. Esto quiere decir que, aunque advirtamos la diversidad de las conciencias (de cada uno), si cada una de estas conciencias observa los mismos

pasos que hemos venido siguiendo nosotros, van a llegar indubitablemente a la percepción del mismo fenómeno de la estructura permanente de la conciencia.

Las diferencias que nos separan: diferencias en la percepción, en la educación, en los fenómenos, pueden romperse y las barreras del solipsismo, las barreras infranqueables que habría en principio entre conciencia y conciencia, se derrumban.

El hecho de llegar a una misma reducción nos habla de la posibilidad de la intersubjetividad. No estoy hablando de telepatía por cierto... (RISAS). Estoy hablando de la comunicación que se establece a nivel de conciencia profunda, una vez que todas estas conciencias logran la comprensión estructural de esa suerte de mundo eidético: de la idea de la conciencia como estructura que no obstante la variación en los fenómenos particulares, es permanente en cuanto estructura.

Así las cosas, esta permanencia estructural se registra no sólo en todas las conciencias, sino en todas las cosas existentes para la conciencia: se trate del mundo interno o del mundo externo.

El problema está en ver cómo es posible no sólo la mentación ordinaria interna de uno, sino la mentación entre las conciencias. O sea: ¿cómo es posible la intersubjetividad y, en general, cómo es posible la conexión con el mundo?. Porque si usted percibe de un modo, yo percibo de otro y tenemos de la realidad distintas imágenes y distintas visiones, no hay comunicación esencial. El problema de la intersubjetividad no se resuelve a ese nivel, se resuelve a nivel estructural. De hecho hasta el mismo lenguaje es un conjunto de signos que permite el pasaje de ideas de uno a otro y es inteligible gracias a las estructuras significativas que contiene y no por los signos aislados, o por los signos considerados como expresión simplemente.

La identidad es lo permanente, hablando de estructuras, y la diversidad es lo variable. En la diversidad no puede haber intersubjetividad en sentido pleno.

La relación ahora de la conciencia con el mundo es, inicialmente (desde mis percepciones fenoménicas), variable. La relación de la conciencia con el mundo fenoménico es contingente, pero en última reducción, también los fenómenos aparecen encadenados a estructuras para mi conciencia. De esta manera, "conciencia" y "mundo" (al hablar de "mundo" no me imagino el planeta), están encadenados y son estructura, como si en definitiva la "conciencia" fuera el acto del "mundo" y el "mundo" el objeto de la "conciencia".

Así, pues, la intersubjetividad y la relación con el mundo, pueden ser comprendidas a nivel de esencias, por así decir, o ideas esenciales. Casi en sentido platónico, ¿recuerdan? La estructura esencial "conciencia-mundo" es permanente, aunque mi conciencia fáctica se modifique y aunque el mundo fáctico, el mundo de los hechos, también se vaya modificando y transformando en cada instante. La relación estructural "conciencia-mundo" es invariable. En tal sentido, se comprende el significado de la frase: "Ver lo permanente en uno y en todo". La idea de permanencia no se opone sin embargo, al movimiento. Se trata de estructuras dinámicas que no obstante su movilidad conservan su estructuralidad. La permanencia es, en este caso, sólo estructural.

Bajando de nivel y muy rápidamente, digamos que conciencia y mundo se identifican estructuralmente y que no es legítimo establecer dicotomías, sino entender que se trata de una misma estructura. Que mi conciencia no es simplemente el reflejo de la realidad objetiva por una parte y que tampoco (como los idealistas) creo al mundo desde mi conciencia, sino que, haciendo un traslado de la idea de intencionalidad, "conciencia y mundo" son estructura y tienen sentido a nivel de estructura.

Noveno: Ver la forma permanente en acción. Esta esencia estructural, esta estructura esencial que hemos logrado nosotros reducir, es designada por nosotros como "forma". Podríamos haberle dado otro nombre. Esta forma permanente aparece aún en la diversidad de los fenómenos sean primariamente objetivos o subjetivos. La forma permanente no depende de los fenómenos, sino que éstos dependen de ella.

Aun antes de la existencia de los fenómenos, debe existir la posibilidad de estructura, para que ellos se manifiesten. La forma estructural (en ese sentido lógico y no místico, por supuesto) aparece tras todo fenómeno, actúa por propia necesidad, no por contingencia del fenómeno mismo.

Décimo: Ver lo que no es movimiento-forma. Consideramos que puede intuirse un ámbito ajeno al movimiento-forma que no surge como "la nada". Si todo aquello que vemos detrás de los fenómenos es esta forma y si decimos que puede existir un ámbito en el que esta forma no exista, ya que está en todo en última reducción, se nos podría aparecer ingenuamente como la nada. Pues bien, esto no es la nada, sino simplemente aquello que no es forma. En efecto, puede intuirse un oscurecimiento del ser, por ejemplo, sin que hablemos de "nada". Un ocultamiento del ser, pero que no necesariamente es nada. En un ejemplo muy sencillo podemos comprender que un ente puede tener su complemento y que este complemento que no es aquél, de alguna manera tiene que ver con él a su propio nivel. El complemento de A que no es A, sin embargo tiene que ver con A.

Undécimo: Ver lo que es y lo que no es como lo mismo. Se comprende al movimiento-forma y a lo que no es movimiento-forma, como lo que *es* de algún modo estructurado también. El ámbito de esta sala tiene su complemento que no es esta sala, que es todo aquello que esta sala no es y que la complementa. Lo que no es esta sala no es la nada. Si la complementa es su complemento: la completa. Pero me doy cuenta que tanto esta sala como su complemento están relacionados en una estructura mayor que los comprende a ambos. Entiendo entonces, que esto que es la sala y aquello que es el complemento de la misma, se relacionan en una estructura mayor que los subsume o los asume y los comprende, identificándolos como igualmente complementarios.

Duodécimo: Ver en uno y en todo lo mismo. Nuevo salto con el uno y el todo. Se observa que el mundo y por consiguiente la conciencia y cada cosa, son en la raíz (e independientemente de fenómenos particulares), lo mismo.

Se observa que el mundo y por consiguiente la conciencia y cada cosa, son en la raíz (e independientemente de los fenómenos particulares que separan a la conciencia de las cosas y a las cosas entre sí) como última reducción: lo mismo. Es como si dijéramos aquí que la sustancia (aunque no es ese el nivel conceptual que le corresponde) de todo el universo: de la mente, del átomo y de las galaxias, fuera la misma. O que todo estuviera construido por la misma sustancia, no obstante la diversidad de los fenómenos, las características accidentales que los fenómenos van teniendo en su evolución. Es como si dijéramos que se trata de lo mismo, pero en última reducción, porque obviamente no es todo lo mismo en el mundo fenoménico en el que nos movemos. No podemos comparar el micrófono con una persona, ¿no es cierto?.

Todo lo dicho hasta aquí no puede experimentarse por el simple discurrir, ni se lo puede intuir cabalmente con tecnicismos filosóficos o lingüísticos, claro que no. Pero de algún modo tenemos que comunicarnos y así hemos tratado de hacerlo, con palabras. Se pueden meditar estos pasos haciendo desarrollos, sacando consecuencias laterales,

consecuencias que pueden tener posibilidades abrumadoras. Porque no se trata de andar siguiendo la línea simplemente, de la meditación trascendental de un modo mecánico paso por paso, sino tal vez (para los que les interese por supuesto) tener en cuenta los pasos y explorar las posibilidades enormes que puede tener cada uno. El simple primer paso del "aprender a ver", puede ser muy desarrollado y muy explorado para una mente suficientemente inquisidora, investigadora.

Pensamos que aún la existencia de lo divino, o como se lo quiera llamar, puede descubrirse por esta vía. O no descubrirse. De todas maneras, se llegue así a una religión interior, o no se llegue, la meditación trascendental eleva el nivel general de comprensión del ser humano. Las experiencias que de ella se extraigan no permanecerán encerradas en unas pocas mentes meditadoras, sino que seguramente se traducirán más tarde o más temprano, al hombre sufriente y existente. Y él obtendrá sus frutos, porque le corresponde en justicia objetiva y en dignidad objetiva, por el hecho de haber sido creado, maravillosamente, a imagen del universo”

(fin del resumen sobre Meditación Trascendental).

En este texto resumido que hemos presentado, pueden encontrarse numerosas alusiones al tema central de nuestro estudio, que es la relación conciencia-mundo.

En el paso 8 puede leerse:

“Las diferencias de los fenómenos particulares en cada conciencia, no llevan necesariamente al solipsismo. Esto quiere decir que, aunque advirtamos la diversidad de las conciencias (de cada uno), si cada una de estas conciencias observa los mismos pasos que hemos venido siguiendo nosotros, van a llegar indubitablemente, a la percepción del mismo fenómeno de estructura permanente de la conciencia.

Las diferencias que nos separan: diferencias en la percepción, en la educación, en los fenómenos, pueden romperse y las barreras del solipsismo, las barreras infranqueables que habría en principio entre conciencia y conciencia, se derrumban”.

Al comprender que cada conciencia percibe el mundo de manera diferente a todas las demás, y que cada conciencia tiene su particular modo de estructuración y comprensión, se había puesto en duda la posibilidad de una comunicación real entre las conciencias, surgiendo la idea de que “cada conciencia es un mundo”. En este paso, se advierte que todas las conciencias pueden llegar a la comprensión del fenómeno de la estructura permanente de la conciencia. Ahora hay, al menos *un objeto* que es idéntico para todas las conciencias!

¿Cómo es que puede efectuarse esta “reducción”? ¿Cómo se llega, desde la diversidad hasta este objeto común?

Podemos aplicar el método de Husserl llamado “de las variaciones”. Si queremos conocer cuál es la idea esencial de “mesa”, por ejemplo, debemos eliminar de nuestra representación de las mesas todos los elementos contingentes: el color, el material que constituye la mesa, ciertas dimensiones de tamaño y altura, la forma exterior (redonda, cuadrada, rectangular), etc. Así, nos quedamos con los elementos esenciales del concepto de mesa.

Si ahora aplicamos el mismo procedimiento al ámbito de la conciencia, debemos eliminar todo lo que es variable y diferente entre las conciencias: los pensamientos, las imágenes, las sensaciones, los recuerdos... en suma, todos los contenidos de la conciencia. ¿Qué nos queda? Nos queda una conciencia “casi en blanco”, luchando por

sostener su estructura. Así podemos contemplar la estructura esencial de la conciencia, que es común para todas. Aunque en un contexto diferente, en el artículo presentado al comienzo de este ensayo también se llega a la conclusión de que, una vez eliminados los elementos que diferencian a las conciencias entre sí, queda un residuo que es común a todas.

En su momento Descartes comprendió que había un único dato de experiencia del cual podía estar totalmente seguro (el pensar), ahora la Meditación Trascendental nos presenta un dato de experiencia que puede ser experimentado por otros, del mismo modo en que cada uno de nosotros lo puede experimentar, y esto a pesar de las numerosas diferencias que nos separan.

Si, como decía Husserl, el reconocimiento de “los otros”, puede ser concebido en forma análoga por medio de círculos concéntricos alrededor de la percepción de uno mismo (16), ahora puede inferirse un puente de comunicación con los otros a partir del reconocimiento de este objeto de conciencia común. Este objeto puede ser común a las distintas conciencias, a pesar de la diversidad de las experiencias particulares.

Luego sigue: “Así las cosas, esta permanencia estructural se registra no sólo en todas las conciencias, sino en todas las cosas existentes para la conciencia: se trate del mundo interno o del mundo externo”.

Aquí aparece un segundo elemento común: no sólo mi conciencia es una estructura, sino que todas las cosas que aparecen en mi conciencia están relacionadas en estructura, tanto las que aparentan corresponder al mundo externo como las que aparentan corresponder al mundo interno. Supuestamente, todos los “meditadores” deberían llegar a la misma conclusión. La comunicación puede existir a nivel estructural. A partir de aquí, se resuelve el solipsismo, y se comprende que pueden existir otras estructuras de menor nivel, como las del lenguaje, que permiten una traducción aproximada de los distintos contenidos. Al menos, las distintas conciencias pueden tener en común: un modo de percibir su propia diversidad y la diversidad de los otros, y cierta comprensión sobre la interconexión que hay entre todo lo existente.

Seguimos leyendo en el paso 8:

“...digamos que conciencia y mundo se identifican estructuralmente y que no es legítimo establecer dicotomías, sino entender que se trata de una misma estructura. Que mi conciencia no es simplemente el reflejo de la realidad objetiva por una parte y que tampoco (como los idealistas) creo al mundo desde mi conciencia, sino que, haciendo un traslado de la idea de intencionalidad, "conciencia y mundo" son estructura y tienen sentido a nivel de estructura”.

Luego en el paso 12 dice: “Es como si dijéramos aquí que la sustancia (aunque no es ese el nivel conceptual que le corresponde) de todo el universo: de la mente, del átomo y de las galaxias, fuera la misma. O que todo estuviera construido por la misma sustancia, no obstante la diversidad de los fenómenos, las características accidentales que los fenómenos van teniendo en su evolución. Es como si dijéramos que se trata de lo mismo, pero en última reducción...”.

El lector podría tomar estos pasos como una guía para meditar sobre el funcionamiento de su propia conciencia, y sobre su relación con el mundo. Tratándose de sugerencias que implican estados de contemplación, cada uno verá hasta qué alturas

de la mente lo puede llevar este proceso, y qué estructuras de comprensión pueden surgir en el camino...

6- Un enfoque metódico

Como se puede observar, el tema es complicado, tanto en lo que respecta al funcionamiento mental como a su relación con la física cuántica, y ya lleva mucho tiempo sin que se haya podido encontrar una solución satisfactoria. Muchos investigadores han hecho su aporte, hay muchos datos, muchas propuestas, pero seguimos sin lograr una comprensión profunda de lo que sucede “en realidad”. Somos como un barco en medio de la neblina, y sin instrumental electrónico. ¿Cómo orientarse?... Necesitamos ordenar el campo del pensar.

Recurriremos entonces al Método Estructural Dinámico, que ya hemos explicado en otra parte (14), para tratar de encuadrar el problema.

De acuerdo a ese Método, se pueden establecer los siguientes pasos:

1- La pregunta: ¿Cuál es la relación entre la conciencia y el mundo? ¿Existe un mundo en sí mismo, con independencia de la existencia o inexistencia de la conciencia? ¿Qué papel juega la conciencia en la existencia del mundo?

2- El objeto de estudio: la relación conciencia-mundo.

3- Interés y punto de vista: buscamos una teoría global y un acto de comprensión global. No únicamente una teoría global de la física, sino una teoría que, además de lo físico, incluya los fenómenos orgánicos (vitales) y mentales. Esta teoría global que buscamos debe relacionar la estructura psicológica conciencia-mundo con la existencia del mundo natural. Estamos frente a hechos y fenómenos particulares, como la experiencia que acabamos de describir, y frente a otras tantas experiencias particulares que son parte de nuestra vida. ¿Cómo relacionar todo esto? ¿Cuál es el sentido mayor que las incluye y las comprende?

4- Definición de la estructura conceptual estática:

4.1- Ámbito menor (composición): experiencias y teorías parciales que relacionándose podrían sintetizar lo que buscamos, o que permitirían ampliar la comprensión que tenemos sobre el objeto de estudio. Es posible que se necesiten nuevas experiencias, o que se necesite relacionar de un modo nuevo los datos que ya tenemos en la actualidad.

4.2- Ámbito medio (relación): otras explicaciones sobre la relación conciencia-mundo. Algunas de “grano grueso” (conductismo, neurociencias) y otras interesantes (Aerts, Atmanspacher, Chalmers, Tononi).

4.3- Ámbito mayor: el mundo global del conocimiento humano. Un mundo creciente. La imagen humana del mundo, forjada históricamente, con sus difíciles condiciones de origen, con las posibilidades y limitaciones que impone el origen y el desarrollo. En principio, no podemos escapar de ese ámbito. ¿Podrá la humanidad

liberarse de sus condiciones de origen? Al menos en sentido físico parece a punto de lograrlo...

5- Consideraciones dinámicas: todos los ámbitos descritos están en movimiento. Constantemente surgen nuevas experiencias y nuevas teorías. Las relaciones son cada vez más fáciles, más fluidas. El mundo aumenta su interconexión. La conciencia también aumenta su interconexión, y su mundo se expande. El ámbito mayor se enriquece constantemente y admite nuevas formas que no eran posibles en momentos anteriores. La imaginación acerca de “lo posible” extiende sus límites...

7- Reflexiones y conclusiones finales

7.1- ¿Qué es una medida, o una observación?

Tratemos ahora de describir el fenómeno de nuestra observación del mundo, de cómo es que tomamos conocimiento de lo que sucede a nuestro alrededor. Para esto, volvamos a los fundamentos de la Fenomenología.

El mundo es, para nosotros, un conjunto de objetos estructurados. Cada objeto es a su vez, una estructura, y surge como resultado del trabajo de la conciencia. La conciencia estructura objetos relacionando datos de los sentidos con datos de memoria, y relacionando datos de la memoria entre si. De ese modo obtenemos una visión del mundo; una suerte de plano o representación del mundo a nuestro alrededor. Hasta aquí la Fenomenología.

Desde este punto de vista, una “medida”, o una “observación”, no es sino la constitución de un nuevo objeto de conciencia, a partir de datos de los sentidos (acrecentados por el uso de instrumentos de medición) y datos de la memoria. Pero, en esa constitución, interviene activamente la propia estructura de la conciencia. Ante igualdad de datos de sentidos y de memoria, dos conciencias de diferente estructura interna darán origen a “observaciones” diferentes. Este es también el origen de las diversas interpretaciones que pueden hacerse sobre un mismo conjunto de experiencias. Aquí se tambalea el método científico...

¿Cómo es entonces posible la coincidencia que se observa entre diferentes individuos respecto de la existencia del mundo? ¿Y cómo es posible la comunicación entre las conciencias? ¿Cómo es posible la intersubjetividad?

De modo análogo al hecho de que todas las especies vivientes en el planeta tierra comparten el mismo ADN, todas comparten una forma común como estructura de su conciencia. Eso permite cierta coherencia en el modo de percibir el mundo. Cuando Ud. ve un auto que viene por la calle, su perro también lo ve... En el caso de la especie humana, hay un paisaje común. Hay un modo humano de comprender el mundo. Esta conciencia humana respecto del universo, se va modificando, y va creciendo, a medida que transcurren los momentos históricos.

Obviamente, si hablamos de “datos de los sentidos” estamos dando por hecho que existe un mundo desde el cual provienen esos “datos”. Así como damos por hecho la

existencia de nuestra conciencia, debemos, como punto de partida, dar por sentado que existen los entes en el mundo. Lo contrario nos dejaría encerrados en el solipsismo. Lo que no está claro, de todos modos, es la naturaleza o la estructura de estas entidades que constituyen el mundo a nuestro alrededor.

Pero según estos experimentos de la física cuántica, parece que estos “datos” son creados en el momento de la observación. Parecen ser creados a la medida de la conciencia observante.

Podría pensarse que la realidad que percibimos - mediante las categorías de tiempo y espacio -, no es sino una construcción de nuestra conciencia, y que, a esa construcción se le llama en mecánica cuántica “proyección”. No existiría entonces “un mundo objetivo” tal como lo vemos. El mundo sería, en tal caso, sólo un conjunto de posibilidades. Cada conciencia, al integrarse estructuralmente con este mundo posibilitario, obtendría como resultado una “realidad” sólo válida para ella, y para otras conciencias similares. Esta “realidad” obviamente dependería de la estructura de la conciencia y de las posibilidades que ofreciera “el mundo”. Esta realidad sería correspondiente a una *estructura conciencia-mundo* que a su vez se transformaría con el paso del tiempo. En este cuadro de situación, las diversas especies vivientes irían constituyendo un paisaje común. Tal paisaje se iría ampliando correlativamente con la expansión de la conciencia de los seres vivos. Si esto es así, no puede pensarse en una “realidad” independiente de la vida. La vida sería así, parte necesaria para la existencia concreta del universo tal como lo conocemos.

7.2- Hipótesis 1

En la experiencia de la doble rendija con “borrado demorado”, que ya hemos explicado, los fotones “s” crean un patrón de interferencia a pesar de que los fotones “p” recién llegarán al detector “p” en el futuro. De este modo, el “mundo” se presenta de cierto modo *ante una observación que ha de ocurrir en el futuro*. Tratando de explicar cómo es que sucede esto, algunos han planteado la posibilidad de un proceso de “retrocausalidad”. Un suceso del futuro que causa un suceso en el pasado. En ese caso, la causalidad avanzaría o se verificaría en ambos sentidos del paso del tiempo.

En lugar de pensar en términos de causalidad, entonces, convendría pensar que pasado y futuro se realimentan constantemente entre sí, en un movimiento transversal que sugiere una dimensión distinta del transcurrir.

Entonces, el desarrollo de la conciencia en el Universo, por medio de la evolución de las formas de la vida, sería tanto impulsado desde el pasado como succionado desde el futuro. Los desarrollos del pasado serían tales, porque la conciencia, tal como en la experiencia comentada, habría de aparecer en el futuro.

Según esta hipótesis, el Universo prepara las condiciones para el surgimiento de una Conciencia Universal en el futuro. Esa Conciencia Universal, a su vez, preparará las condiciones para el surgimiento de un nuevo proceso físico, un nuevo Big-Bang tal vez, en un nuevo ciclo universal.

La existencia de tal Conciencia en el futuro, dotaría de sentido al proceso previo. El llamado “principio antrópico” (15) sería un aspecto de este proceso general en busca de la Conciencia.

Supongamos: el Universo nace con el Big-Bang, y crece mediante la diferenciación, la complementación y la síntesis, dando origen a las estrellas, y luego a los planetas. Así prepara el camino de la vida, que a su vez prepara el camino de la conciencia. Una conciencia que tal vez crezca hasta hacerse Universal. Lo que pase después con los residuos, carece de importancia. Se recogen de algún modo para un nuevo amanecer.

Esta misma forma universal se repetiría a escalas menores: todos los seres surgen, se desarrollan, alcanzan la belleza en algunos momentos particulares de su vida, y luego desaparecen, regresando al ámbito de lo no manifestado. El sentido de su vida, es alcanzar la belleza... aunque sea por un momento. ¿Qué es esta rareza que aparece aquí? Solo puedo decir, por ahora, que la “belleza” depende de la conciencia de quien mira...

7.3- Hipótesis 2

La interpretación conceptual de la física cuántica tiene otra explicación para lo que pasa en la experiencia de doble rendija con “borrado demorado”. Recordemos que, de acuerdo a esta interpretación, los fotones están fuera del espacio-tiempo hasta que son detectados. Cuando el fotón s llega a su detector, ingresa en el espacio-tiempo, y podemos suponer (o no, pues da lo mismo) que también lo hace, en ese momento, su par entrelazado, que es el fotón p . Sin embargo, el contador de coincidencias no sabe si el fotón s que ha llegado es parte de un par entrelazado. Para ello debe esperar que el fotón p llegue a destino, después de pasar por el polarizador. Por lo tanto, el significado transportado por ambos fotones recién está disponible cuando el fotón p llega a destino. En ese momento, el aparato de medición en su conjunto hace la interpretación correspondiente, y muestra el patrón de interferencia, que, en la descripción tradicional corresponde al borrado de la información de “cuál camino”.

7.4- Comentarios sobre la interpretación conceptual

No sabemos hasta qué punto será certera esta interpretación conceptual de la física cuántica, pero intuimos que tiene tomada entre sus manos una parte importante de la realidad. En estos experimentos, los fotones y los electrones se comportan como si supieran lo que sucede. Parece haber una realidad subyacente, con características *mentales*. No es poco decir...

¿Porqué habría de cambiar el estado de una entidad cuántica debido a una observación? Esto sería mas fácil de entender si esa entidad fuera de naturaleza conceptual... porque una mente (de algún tipo) podría ser sensible a las intenciones de la mente humana. No se puede pensar lo mismo de una materia supuestamente inanimada.

Como explicó muy bien Hegel, no es posible pensar sobre un concepto si no se lo relaciona con otros dentro de un contexto común. De este modo, un concepto aislado sería un concepto inexistente, ya que no es posible ni siquiera pensar en él. Esta sería la situación de los fotones o electrones en un experimento de interferencia de doble rendija. Ya dijimos que la ausencia de información respecto del camino seguido por los fotones es lo que genera el patrón de interferencia, y que esa ausencia de información equivale a decir que los fotones, mientras no sean detectados, están de algún modo

aislados del resto del sistema. Si tienen naturaleza conceptual y están aislados, son virtualmente inexistentes hasta que el aparato de medición se relacione con ellos.

A pesar de estos puntos de coincidencia, sostengo una diferencia de opinión importante respecto del planteo de Aerts, y es esta: su teoría relaciona el comportamiento de las entidades cuánticas con el comportamiento de los conceptos humanos. El estudia la conciencia desde el punto de vista de la relación entre conceptos, y trata de modelar dicho comportamiento con las herramientas matemáticas de la física cuántica. Pero ciertos aspectos que no cuadran en la analogía son explicados como falencias de la organización conceptual humana, que supuestamente (según esta teoría) no ha alcanzado el nivel de simetría y organización que sí ha alcanzado la organización de la materia. Según esta explicación, entonces, la evolución de los seres vivos estaría retrasada respecto de la evolución de los entes físicos. Es en este punto en el que no puedo coincidir.

En general, desde la aparición de las formas de la vida, se observa un desarrollo evolutivo desde lo simple a lo complejo. Aún las formas de vida más simples superan claramente en complejidad a las estructuras de la materia inerte. Las moléculas de ADN son mucho más complejas que las moléculas de los elementos físicos. Y, con el paso del tiempo, las formas de la vida aumentan su complejidad, avanzando hacia una percepción más clara del medio que las rodea. La conciencia progresa y se amplía a medida que avanza la evolución. Hay una dirección muy clara de la vida hacia formas de conciencia creciente. Esto tiene que tener un sentido a nivel global, y no veo que la interpretación conceptual aclare ese sentido. Dicho de otro modo: si la conciencia está en todas partes, ¿qué función cumple la conciencia humana?

Para comprender lo que sucede, será necesario ahondar en la relación entre esta conciencia creciente y el mundo físico que aparentemente le sirve de sustento.

De acuerdo a la interpretación conceptual, los aparatos de medición son capaces de interpretar el significado transmitido por las entidades cuánticas. Nosotros agregaríamos que si eso sucede, es porque son aparatos diseñados por los seres humanos, como prótesis que representan una prolongación de sus sentidos, y en última instancia, de su conciencia. Así que, en forma mediada, es la propia conciencia humana la que interactúa, aún sin entender muy bien cómo, con esos pequeños embajadores que, aparentemente, entran y salen de nuestro mundo espacio-temporal con gran facilidad.

7.5- Conclusión

Con respecto a la pregunta que nos hacíamos al principio (¿qué papel juega la conciencia en la existencia del mundo?), creo que está suficientemente argumentada la fuerte posibilidad de que sea necesaria la participación de la conciencia para la emergencia del mundo “objetivo”. Esa posibilidad se ve claramente incrementada si el mundo objetivo incorpora una dimensión mental, como dice o aproxima la interpretación conceptual de la física cuántica.

Hay varios “dedos” que, desde distintas profundidades de la historia, y también en el momento presente, señalan en una misma dirección:

- Platón afirmaba que el mundo real era el mundo de las ideas.
- Las distintas formas del pansiquismo han insistido en afirmar que toda porción de materia tiene un atisbo de auto conciencia.
- Los fundadores de la física cuántica pusieron en tela de juicio la realidad del mundo en que antiguamente se creía.
- Stapp nos dice que la mente “participa” en la creación del mundo.
- Kuttner y Roseblum dicen que, si somos libres para elegir, entonces la conciencia crea, o participa en la creación del mundo que percibe.
- Penrose postula que la realidad se actualiza mediante la actividad de los microtúbulos en el cerebro.
- Chalmers afirma que la realidad del Universo es la circulación de la información.
- Tonoli demuestra que la conciencia emerge a partir de la información integrada.
- Aerts postula la naturaleza “conceptual” de un mundo que está más allá del espacio y el tiempo, pero que interactúa con nosotros por medio de esas coordenadas que forman “el teatro” que se presenta ante nuestra conciencia.
- Las filosofías orientales nos hablan del Tao, el ámbito de lo no-manifestado, desde donde surgen y hacia donde regresan los seres de este mundo. El paso 10 de la M.T. nos señala la posibilidad de un “ocultamiento del ser”...
- Atsmanpacher afirma que la realidad epistemológica surge desde el mundo “real” como lo hace la conciencia desde las oscuridades del inconsciente.
- Koestler muestra detalladamente los distintos niveles de la estructura conciencia-mundo, mostrando cómo la mente y la materia viva se relacionan paso a paso para constituir organismos que avanzan por el camino de la evolución.
- Silo propone un sistema de meditación para comprender la estructura conciencia-mundo, y en otro lugar, hablando de las profundidades de la conciencia, ha dicho que aquel es un mundo “no de objetos, sino de significados”, señalando en algún punto una ligazón con las *reminiscencias* de Platón y con sus mitos.
- Se cierra un círculo, y se abre la posibilidad de comenzar a ver el mundo de otra manera. Si seguimos la recomendación de Husserl, sería momento de dejar de creer en la realidad que nos muestran los ojos. Detrás de las formas físicas de esta caverna, nos espera un mundo por descubrir. Habrá que tener fe en el proceso humano, y seguir avanzando, agradeciendo a los que nos precedieron en el camino. Después de todo,

estamos impulsados y atraídos nada menos que por la intencionalidad consciente del Universo.

Referencias:

- (1) Edmund Husserl, *Ideas: General Introduction to Pure Phenomenology* (also known as *Ideas I*), trans. W. Boyce Gibson, Collier Books, 1962.
- (2) *BIOCENTRISM* – Robert Lanza, Bembella Books. 2009.
- (3) A continuación se describe un trabajo hecho por S. P. Walborn, M. O. Terra Cunha, S. Padua, y C. H. Monken de la Universidad Federal de Minas Gerais, en Brasil. Su trabajo fué publicado en la revista Physical Review A, (65, 033818, 2002). El paper original puede leerse en <http://laser.physics.sunysb.edu/~amarch/eraser/Walborn.pdf>. Las imágenes y algunos textos fueron traducidos de una página elaborada para la asignatura de física del Prof. Luis Orozco en la Universidad de Stony Brook en el año 2002.
- (4) *El Enigma Cuántico*. Bruce Rosenblum y Fred Kuttner. Tusquets Editores. 2012.
- (5) *Mindful Universe: Quantum Mechanics and the Participating Observer*. Henry Stapp (Springer, Berlin & New York, 2007).
- (6) para mayores detalles sobre la interpretación de muchas mentes, puede consultarse el siguiente artículo de Michael Lockwood: Many Minds Interpretation on Quantum Mechanics.
<http://links.jstor.org/sici?sici=0007-0882%28199606%2947%3A2%3C159%3A%27MIOQM%3E2.0.CO%3B2-F>
- (7) *THE CONSCIOUS MIND . In seach of a theory of conscious experience*. David Chalmers.
global.oup.com/ushe/product/the-conscious-mind-9780195117899
- (8) *Integrated Information Theory*. Tononi, Giulio. 2015.
http://www.scholarpedia.org/article/Integrated_Information_Theory*
- (9) El test de Turing es una prueba de la habilidad de una máquina para exhibir un comportamiento inteligente similar al de un ser humano o indistinguible de este. Alan Turing propuso que un humano evaluara conversaciones en lenguaje natural entre un humano y una máquina diseñada para generar

respuestas similares a las de un humano. La conversación estaría limitada a un medio únicamente textual como un teclado de computadora y un monitor. En el caso de que el evaluador no pueda distinguir entre el humano y la máquina acertadamente, la máquina habría pasado la prueba.

- (10) . *Puede verse una reseña de Atmanspacher (2015) sobre estos temas en <https://plato.stanford.edu/entries/qt-consciousness>*
- (11) *The ghost in the machine*. Arthur Koestler. Editorial Picador. 1967.
- (12) *Más conocido como “Silo”, seudónimo con el que editó todos sus libros. La mayor parte de su obra puede verse en www.silo.net*
- (13) *Meditación Trascendental (Cuatro conferencias dictadas por Silo)*. Editorial Transmutación. Buenos Aires. 1973.
- (14) *Un Método para Pensar*. Daniel León. Editorial COAD. 2014.
- (15) El principio antrópico establece que cualquier teoría válida sobre el universo tiene que ser consistente con la existencia del ser humano. En otras palabras: «Si en el Universo se deben verificar ciertas condiciones para nuestra existencia, dichas condiciones se verifican ya que nosotros existimos». Los proponentes de este principio señalan una serie de constantes en nuestro universo que parecen haber sido diseñadas específicamente para posibilitar la aparición del ser humano.
- (16) *Un Método para Pensar... y descubrir Analogías*. Daniel León. Editorial Hypatia. 2017.
- (17) Aerts 2010 – Quantum particles as conceptual entities.
- (18) El momento, o “cantidad de movimiento”, es el producto de la masa por la velocidad de la partícula.
- (19) Aerts 2018 – On the conceptuality interpretation of quantum and relativity theories.
- (20) Como excepción que justifica la regla, citamos el caso del libro “Rayuela” de Julio Cortázar.
- (21) Un tipo de experimentos para verificar las “desigualdades de Bell”, que son pruebas para comprobar el estado de entrelazamiento de dos partículas.
- (22) La regla de Born establece que la probabilidad de encontrar una partícula en determinado lugar es proporcional al cuadrado de la función de onda de la partícula en ese lugar.

(23) Aerts 2010 – A potenciality and conceptuality interpretation of Quantum Physics.

(24) Aerts 2011 – Quantum theory and Conceptuality.
