

TEORÍAS CUÁNTICAS DE LA CONSCIENCIA

Breve aproximación histórica



TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FILOSOFÍA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Historia de la Ciencia

PRESENTADO POR

Israel Huerta

DIRIGIDO POR

Manuel Sellés



RESUMEN

En este texto se expone, desde una perspectiva histórica general, la emergencia y el reciente desarrollo, en el seno mismo de la comunidad científica occidental, de las denominadas «Teorías Cuánticas de la Consciencia» (TCC). Se realiza un breve recorrido atendiendo, por orden cronológico de primera publicación, a las principales propuestas de TCC que abordan el denominado «problema difícil de la consciencia», partiendo de postulados propios de filosofía y física cuántica, resortes teóricos que se valdrán de un diálogo abierto y transversal con otras disciplinas tales como la neurociencia, la química, la biología, la psicología o las ciencias cognitivas.

Palabras clave: Mente-materia, filosofía de la mente, neurociencia, química, biología, psicología, ciencias cognitivas, física cuántica, consciencia, analogía neurocuántica.

ABSTRACT

This text exposes, from a general historical perspective, the emergence and recent development, within the western scientific community, of the so-called “Quantum Theories of Consciousness” (CTC). A brief explanation is carried out attending, in chronological order of first publication, to the main CTC proposals that address the so-called “hard problem of consciousness”, starting from postulates of philosophy and quantum physics, theoretical springs that maintain an open and transversal dialogue with other disciplines such as neuroscience, chemistry, biology, psychology or cognitive sciences.

Keywords: Mind-matter, philosophy of mind, neuroscience, chemistry, biology, psychology, cognitive sciences, quantum physics, consciousness, neuroquantum analogy.

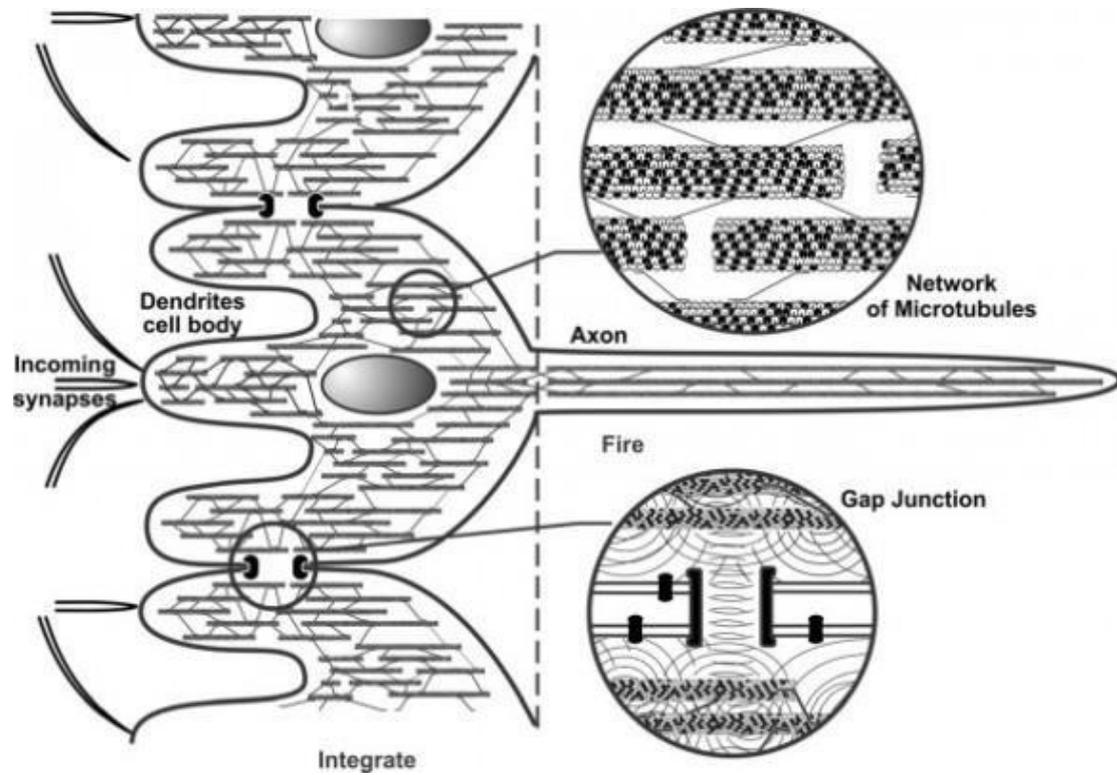
ÍNDICE

PREFACIO	1
INTRODUCCIÓN	2
1. MONISMO DE ASPECTO DUAL EN PAULI Y JUNG	7
2. MEMORIA CUÁNTICA EN UMEZAWA	14
3. DUALIDAD IMPLICACIÓN-EXPLICACIÓN EN BOHM	18
4. NEUROCIENCIA CUÁNTICA EN BECK Y ECCLES	25
5. ONTOLOGÍA DE PROCESO EN STAPP	29
6. REDUCCIÓN OBJETIVA ORQUESTADA EN PENROSE Y HAMEROFF	34
7. DINÁMICA DEL CEREBRO CUÁNTICO EN JIBU Y YASUE.....	39
8. DINÁMICA CEREBRAL DISIPATIVA EN VITIELLO Y FREEMAN.....	44
9. COGNICIÓN CUÁNTICA Y CONCEPTOS CUÁNTICOS EN SISTEMAS MENTALES.....	49
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA	65

*A toda persona que se haya sentido extraña,
en un mundo demasiado normal.*

«Consciousness implies awareness: subjective, phenomenal experience of internal and external worlds. Consciousness also implies a sense of self, feelings, choice, control of voluntary behavior, memory, thought, language, and (e.g. when we close our eyes, or meditate) internally-generated images and geometric patterns. But what consciousness actually is remains unknown. Our views of reality, of the universe, of ourselves depend on consciousness. Consciousness defines our existence».

STUART HAMEROFF & ROGER PENROSE, *Consciousness in the universe*



Axón de una neurona mostrando la red de microtúbulos de su citoesqueleto.

Fuente: STUART HAMEROFF, ROGER PENROSE (2014). *Consciousness in the universe: A review of the 'Orch OR' theory*, Physics of Life Reviews, 1

PREFACIO

El presente ensayo ha sido realizado con el fin último de informar, a quienquiera que tenga interés en la temática aquí tratada, acerca de la emergencia y el desarrollo cronológico de las denominadas «Teorías Cuánticas de la Consciencia». En este escrito se hallan expresadas sucintas descripciones, explicaciones e interpretaciones derivadas de hipótesis, axiomas y teoremas pertenecientes a disciplinas científicas tales como la física, la neurociencia, la química, la biología, la psicología o las ciencias cognitivas en notable medida y, con menor presencia, la matemática o la aritmética. Se advierte por ende ahora, a quien se interese por leer este texto, del alto grado de síntesis aplicado a dichas descripciones, explicaciones e interpretaciones, dando pues por tácito el supuesto de que, para una plena y correcta comprensión de las mismas y, por la complejidad y el carácter interdisciplinar de la temática que motiva esta investigación, se hacen necesarias ciertas nociones básicas en algunos casos y, avanzadas en otros, de todas y cada una de las disciplinas anteriormente enumeradas.



INTRODUCCIÓN

El enigma de la consciencia es el mayor desafío al que pueden enfrentar la ciencia y la filosofía actuales. El hecho de la vivencia consciente es, de entre todos aquellos fenómenos sobre los cuales podemos intelectualmente dar cuenta, aquel que más íntima e intuitivamente se presenta a nuestra experiencia vital. Experiencia del ser propio, del sí mismo, y experiencia del ser con las cosas, en el mundo y con el mundo. La experiencia de identidad y alteridad en singular vínculo; de lo mediato y lo inmediato en la vivencia originaria, cuando más allá de ahí nada queda por indagar, porque si no hay consciencia, es que no hay experiencia: no hay nada. Y por eso corresponde entonces, en primera instancia y como es lógico, al ámbito de la filosofía la tarea de sentar las bases para la investigación acerca de la naturaleza y el fundamento teórico de la consciencia. Porque solo partiendo de la matriz disciplinar que aporta la filosofía se puede edificar una estructura teórica lo suficientemente estable como para soportar el peso de toda pesquisa que, sea de orden cualitativo, sea de carácter cuantitativo, pretenda acaso arrojar algo de luz sobre el asunto de la consciencia.

Es así, que la mayoría de las propuestas para elaborar las TCC en este escrito reseñadas, se desarrollan con base en presupuestos filosóficos fundamentales de



ontología y epistemología y, en algunos casos, el armazón teórico que se construye para sostener dichas propuestas no termina de rebasar el ámbito meramente especulativo de la filosofía para adentrarse de lleno en los dominios de la ciencia estricta, dadas las implicaciones altamente conjeturales propias del paradigma cuántico.

Y es de hecho, desde la filosofía, que comienza, recién iniciado el siglo XX, a manifestarse cierto interés por abordar el estudio de la consciencia desde el enfoque cuántico. Es que siempre fue problemática, con base en leyes estrictamente deterministas, la pregunta por el libre albedrío, pero es desde los postulados de la nueva mecánica cuántica que, el indeterminismo, la complementariedad, el entrelazamiento o la aleatoriedad, como propiedades fundamentales que el mundo cuántico exhibe, vienen a ofrecer nuevas perspectivas frente a los problemas que suscita la manifestación de los actos libres conscientes, así que será de tal suerte que la nueva visión cuántica del mundo, que muy poco tiene que ver con aquella galileano-newtoniana de clásico carácter determinista que le precede y cuyos principios físicos básicos viene radicalmente a cuestionar, ofrece un concepto de aleatoriedad como rasgo fundamental de la naturaleza, en contraste con la noción de aleatoriedad epistémica como expresión de una descripción ignota, que era propia



de la cosmovisión inmediatamente anterior.

El fenómeno de decoherencia cuántica, el problema de la medición o la cuestión de la complejidad en el cerebro, obligan a considerar el manifiesto papel que podría cumplir la física cuántica en los estudios acerca de lo que la consciencia es, de su procedencia, su funcionamiento y sus estatutos ontológico y epistemológico. De hecho, sucede que el estudio de la experiencia consciente, abordado desde el enfoque del paradigma cuántico, goza de un excelente estado de salud en nuestros tiempos actualizados.

Tal es, por tanto, el estado de la cuestión que pretende poner en valor el presente escrito, a saber: que los avances en el desarrollo del paradigma cuántico llevados a cabo, desde principios del siglo pasado hasta nuestros días, han permitido ampliar los límites del problema de la consciencia más allá de las fronteras impuestas por el moderno paradigma galileano-newtoniano para la observación, descripción, explicación e interpretación de las relaciones entre mente y materia, ello de un modo relativamente estable, hasta el punto en que podemos hablar de un espacio interdisciplinar común donde tal empresa intelectual encuentra, no desprovista de cierto carácter meramente especulativo en algunas de sus propuestas, su lugar para el desarrollo teórico-experimental. Ese espacio no es otro que el habitado por el



espectro de las TCC.

No obstante, es importante señalar en este punto que, todas aquellas propuestas de TCC que, actualmente, se encuentran en plena fase de un desarrollo teórico cuyo fin es el de dilucidar la cuestión por la experiencia consciente, optan por recurrir, para tal propósito, más a la distinción epistemológica entre primera y tercera persona que a la clásica diferencia ontológica entre estados mentales y materiales, lo cual permite poner de relieve la disparidad entre, lo que se supone la vivencia consciente inmediata es (como por ejemplo, los estados mentales internos denominados *qualia*) por un lado y, de otro lado, la descripción de la misma. Es más: los enfoques practicados con mayor firmeza en el presente parten, en este orden de ideas, desde esa distinción taxonómica para abordar el denominado, de la mano del filósofo analítico australiano David Chalmers (1966-actualidad), como «problema difícil de la consciencia», el cual halla su principal motivación de ser a la luz de la fisura teórica abierta entre la experiencia consciente, manifestada en primera persona, y aquellos relatos descriptivos cuya referencia es, la misma, pero en tercera persona. Con todo, en el grueso expositivo de este trabajo, cuando se entra a analizar desde una perspectiva histórica la emergencia y el desarrollo de las distintas TCC, se opta por asumir tácitamente la relación entre lo que se supone es un estado mental y su



correlato empírico subjetivo.

En este texto se expone pues, desde una perspectiva histórica general, la emergencia y el reciente desarrollo de las TCC realizando un breve recorrido que atiende, por orden cronológico de primera publicación, a las principales propuestas que abordan el problema difícil de la consciencia, y lo hacen partiendo de postulados propios de filosofía y física cuántica, resortes teóricos que, para el alumbramiento de las TCC, se valdrán de un diálogo abierto y transversal con otras disciplinas tales como la neurociencia, la química, la biología, la psicología o las ciencias cognitivas.



1. MONISMO DE ASPECTO DUAL EN PAULI Y JUNG

Hemos de remontarnos en la historia de la ciencia hasta la primera mitad del siglo XX si queremos encontrarnos con las primeras hipótesis elaboradas y publicadas con cierto rigor filosófico y científico acerca de las relaciones teóricas que pueden existir entre la experiencia consciente y los presupuestos de la mecánica cuántica. Más en concreto, hay que retroceder en el tiempo hasta la década de 1950, cuando el físico teórico austríaco-estadounidense Wolfgang Pauli (1900-1958) y el psiquiatra suizo Carl Jung (1875-1961) mantuvieron una fecunda relación intelectual, científica y filosófica, la cual dio como resultado el postulado de la denominada «conjetura de Pauli-Jung». El trabajo de mayor relevancia realizado conjuntamente por Pauli y Jung en este sentido es la obra titulada *The Interpretation of Nature and the Psyche*, publicada en idioma alemán en el año 1952¹.

El fin último del encuentro intelectual entre Pauli y Jung pareciera no ser otro diferente del de indagar en los entresijos del considerado como «problema psicofísico», esto es, la relación ontológico-epistemológica que puede existir entre los ámbitos de lo físico y lo mental. Para abordar esta cuestión psicofísica, Pauli y

¹ Carl G. Jung, Wolfgang Pauli (1955). *The Interpretation of Nature and the Psyche*. Ishi Press. ISBN: 4871877132.



Jung recurrieron a la tradición filosófica del monismo neutral de aspecto dual.

El monismo neutral, el de doble aspecto, es la teoría filosófica donde, en su base, todo dualismo excluyente de pares queda atenuado por una suerte de monismo dualista de sustancias, por lo que cualquier entidad o propiedad, incluidas las mentales e incluso las de naturaleza divina, conforman un único principio ontológico. Es así como el monismo de doble aspecto pretende salvar el problema teórico de la interacción entre distintas sustancias, al englobar a las mismas bajo el signo unitario de una esencia o base óntica común. Y fue desde el seno de esta tradición filosófica, que Pauli y Jung conjeturaron la posibilidad de que tanto mente como materia son dos aspectos de una sola realidad, que es a tal efecto basamento óntico como fundamento psicofísicamente neutral de ambos, esto es: dígase que, partiendo de una totalidad óntica, omniabarcante, unitaria y psicofísicamente neutral, son mente y materia propiedades emergentes como descomposición en partes de esa unidad subyacente.

Aunque el proceso de composición de un sistema elemental cualquiera tiene como consecuencia física un único resultado, en el caso de la descomposición de una totalidad, por regla general no se obtiene de ella un resultado único, pues dicha descomposición es dependiente de la coyuntura física en que sucede. Es esto por lo



que, según la conjetura Pauli-Jung, son posibles la incompatibilidad o la complementariedad entre estos aspectos múltiples emergentes de la realidad. Este rasgo de incompatibilidad descriptiva entre partes emergentes de un todo unitario es consecuencia teórica directa de los axiomas planteados por Pauli en materia de mecánica cuántica, porque Pauli estaba plenamente convencido acerca del potencial contenido en los fundamentos estructurales de la mecánica cuántica para elucidar la comprensión humana del problema psicofísico.

En este orden de premisas, se concluye con la adhesión a la clásica visión epistemológica del sujeto de observación como ente desligado de la realidad sometida a observación, y se abrazaba el enfoque ontológico-epistemológico participativo propio de los principios cuánticos originarios. Pues para los postulados fundacionales de la física cuántica, sea en mayor o menor medida de aprobación teórica, los actos de medición y observación de un sistema cuántico debían considerar siempre, para su práctica, a la posición activa que ocupa el observador que mide el sistema mismo, así como a las condiciones físicas en las cuales se realiza el acto de medición. No se trataba ya, para Pauli y Jung, de la interpretación pasiva de un valor medido cuando se realiza el acto de la medición en mecánica cuántica, sino que, antes bien, dicho acto de medir sea como fuere implicaba un cambio, por regla



general incontrolable, en el sistema que es objeto de observación. Esto conducía al supuesto de que los resultados arrojados tras el acto de medición en mecánica cuántica adquirirían el cariz propio de la probabilidad en origen.

La conjetura Pauli-Jung descansaba pues sobre la hipótesis, basada en principios fundamentales de mecánica cuántica, de la diferencia paralela entre, de una parte, los ámbitos ónticos y epistémicos de naturaleza material y, de otro lado, la diferencia entre los ámbitos ónticos y epistémicos de naturaleza mental. Digamos que, en la cuestión física, la diferencia ontológico-epistemológica tomaba como referencia directa al contraste exhibido entre, por un lado, una suerte de realismo local, plasmado en resultados de experiencia arrojados por actos de medición clásicos, que son llevados a cabo mediante el recurso a instrumentos para la medición y, por otra parte, una especie de realismo holístico, referente a la medición de sistemas cuya principal propiedad para su manifestación es la del entrelazamiento. En última instancia, sería aquí el acto de medir lo que conecta a ambos ámbitos de lo real. Un acto de medición que, en mecánica clásica, no dependía en absoluto de la figura del sujeto consciente de observación.

Por consiguiente, en la cuestión mental, el correlato teórico lo encontramos en la diferencia psicológica entre los ámbitos de lo consciente y lo inconsciente. Aquí



entra en juego la psicología profunda de Jung, según la cual los espacios de lo consciente y lo inconsciente se encuentran entrelazados por la acción emergente de los estados mentales desde la inconsciencia hacia la consciencia, hecho que se representaría a modo de analogía mediante el recurso al proceso de medición física.

La naturaleza esencial colectiva de lo inconsciente en los postulados jungianos, que establece la existencia del *arquetipo* como elemento de cohesión entre los distintos sujetos, sitúa a este como el factor constituyente de la base psicofísicamente neutral conformada analógicamente tanto por el inconsciente colectivo como por la realidad unitaria y totalizadora de la mecánica cuántica. Además, el arquetipo cumple la función de implementar dispositivamente el orden psicofísico manifiesto en los ámbitos tanto mental como material, ambos epistémicamente considerados.

De los presupuestos teóricos contenidos en la conjetura Pauli-Jung se extraía una propuesta híbrida que coordinaba principios de carácter dualista en el ámbito epistemológico con supuestos monistas en el terreno ontológico. La dualidad mente-materia en la concepción ontológico-epistemológica derivada de la conjetura Pauli-Jung apuntaba a una naturaleza no causal de las relaciones físico-mentales, lo que permitía soslayar el enfrentamiento con cualquier tipo de clausura causal del mundo físico contra el mundo psíquico. Pero esta característica no causal de las



correlaciones mente-materia no se concebía de igual modo en las relaciones que, presumiblemente, habían de existir entre la base psicofísicamente neutral y el ámbito de lo real, allí donde mente y materia epistémicamente se singularizan. En este orden de ideas, se planteaba la posibilidad de correlaciones causales entre el nivel psicofísico básico de la realidad y el dominio de las propiedades emergentes mentales y materiales, ello gracias al efecto organizador que ejerce la figura del arquetipo sobre el inconsciente colectivo.

Las relaciones establecidas entre mente y materia, en un nivel emergente dualista de la realidad, serían entonces subproducto correlativo del nivel psicofísico elemental, a modo de retazos fenoménicos informativos derivados de una totalidad óptica latente en lo profundo de lo real. Esos restos de realidad holística no son consecuencia de conexión alguna inmediata de naturaleza causal cualquiera entre la mente y la materia, y eso es por lo que no pueden cumplir la función de base teórica para el postulado de principios causales eficientes en términos mentales de inmediatez. Tendría que existir, necesariamente, el acaecimiento activo de un sustrato óptico, psicofísicamente neutral, para la derivación de restos fenoménicos relacionales que serían, por lo demás, susceptibles de ser interpretados, erróneamente, como correlaciones causales de hechos físicamente considerados,



derivados de causas inherentes al ámbito mental.

Frente a la posibilidad de caer en malinterpretaciones de causalidad mental para la explicación de las relaciones entre la actividad mental consciente y los estados cerebrales materiales, la conjetura Pauli-Jung recurrió al concepto junguiano de «sincronicidad», planteando una suerte de entrelazamiento para la explicación de la interacción mente-materia en el seno de los sistemas psicofísicos. Se proponía aquí la noción de *significado* como salvoconducto teórico frente al concepto de causalidad eficiente. Del fenómeno sincrónico y el singular encuentro psicofísico entre mente y materia, se deriva la producción del significado. La sincronicidad psicofísica emerge desde la intermediación entre el ámbito interno consciente de la psique y el espacio interpersonal. La sincronicidad dota de sentido, y significado, a la relación mente- materia más allá del principio de causalidad.



2. MEMORIA CUÁNTICA EN UMEZAWA

Corría la década de 1960 cuando el físico japonés Hiroomi Umezawa (1924-1995), con ayuda de sus colaboradores, propuso la posibilidad de abordar el estudio de la actividad cerebral desde el recurso al paradigma cuántico. Umezawa pretendía acercarse al estudio de los estados cerebrales desde la teoría cuántica de campos, atendiendo a los fenómenos de la memoria como estados sistémicos manifiestos gracias a la actividad de partículas; estados que sirvieran de representaciones heterogéneas de estados de vacío. El primer trabajo realizado por Umezawa en este sentido es el artículo titulado *Brain and physics of many-body problems*², el cual fue publicado de forma conjunta con Ricciardi en el año 1967. Posteriormente, Umezawa publicó, junto con sus colaboradores habituales, dos artículos más de importante relevancia para el desarrollo de su teoría: *On the Stability and Nonlocal Properties of Memory*³ (1978) y *Mixed-system Brain Dynamics: Neural Memory as a Macroscopic Ordered State*⁴ (1979).

² Luigi M. Ricciardi, Hiroomi Umezawa (1967). *Brain and Physics of Many-Body Problems*. Kybernetik, 4.

³ C.I.J. Stuart, Yasushi Takahashi, Hiroomi Umezawa (1978). *On the Stability and Nonlocal Properties of Memory*. Journal of Theoretical Biology, 71.

⁴ Yasushi Takahashi, Hiroomi Umezawa (1979). *Mixed-system Brain Dynamics: Neural Memory as a Macroscopic Ordered State*. Foundations of Physics, 9.



Es el estudio de sistemas donde se pueden postular infinitos grados de libertad, aquello de lo que se ocupa la teoría cuántica de campos. Más allá de los principios básicos de la teoría cuántica convencional, en la cuántica de campos, la imposición de conexiones conmutativas de orden canónico, cuyo producto directo es el álgebra de observables, da lugar a todo un elenco de representaciones en los espacios de dimensión arbitraria e infinita, los cuales carecen de unidad relacional por identidad. En la mecánica cuántica convencional, se pretende el estudio de sistemas donde se aborda la observación de una cantidad limitada de grados de libertad, hecho que permite al álgebra de observables la admisión de representaciones en espacios de dimensión arbitraria, los cuales se hallan provistos de cierto carácter relacional unitario por identidad.

El fenómeno de escisión de simetría espontánea es lo que permite la aparición de representaciones desiguales en los postulados de la cuántica de campos. La legalidad de conservación de un sistema dado provoca la transformación de este, pero dicha transformación no provoca la variación del estado de vacío sistémico en condiciones de escisión de simetría espontánea, en cuyo caso surgen correlaciones de largo alcance debido a la emergencia de modos bosónicos transmitidos sistema a través, correlaciones que generan, en última instancia, la manifestación de modelos



estructurados en el sistema.

En este estado de hechos, se alcanza una concentración sólida y estructurada de grandes cantidades de bosones en el seno del sistema. Se abren las puertas así al postulado de un campo cuántico que proyecta estados cuyo orden ocurre, sistémica y dinámicamente, a modo de ensamblajes neuronales por coherencia, ello a causa de la manifestación de múltiples cuerpos que son susceptibles de descripción bajo principios de física estadística. Esta forma de interpretar a la experiencia consciente con base en un *corpus* teórico que fundamenta el dinamismo de un cerebro cuántico (DCC) haciendo referencia, en su base, a ensamblajes neuronales por coherencia cuántica al tiempo que plantea la similitud funcional entre neuronas y partículas, será denominada en el presente escrito como *analogía neurocuántica*⁵.

Así las cosas, el acceso consciente a la información codificada solo es posible cuando los mentados ensamblajes neuronales, coherentes y análogos a estados de vacío según Umezawa, se hallan en momento de excitación, proceso que ha de ser provocado por una estimulación de procedencia externa. De no ser así, la

⁵ A partir de aquí podrá advertirse, a lo largo del desarrollo de este trabajo, el modo en que esta analogía conformará el eje teórico en torno al cual girarán los principales intentos de TCC y DCC por fundamentar científicamente los estatutos ontológico y epistemológico de la consciencia.



información mnémica contenida en dichos ensamblajes se perpetúa en estado de encriptación, de inconsciencia. Esta activación de los ensamblajes neuronales como estados de vacío supone la emergencia de los recuerdos conscientes, que se cifran en contenido mnémico anteriormente codificado en el estado de vacuidad.

La similitud relativa que Umezawa propuso entre neuronas y partículas permitía pensar la actividad cerebral como analogía sistémica holística de los procesos de naturaleza mental consciente. Esta similitud postulada por Umezawa será crucial para los futuros desarrollos de las teorías DCC. Además, el correlato del funcionamiento de la actividad mental por ensamblaje neuronal, con base en la teoría cuántica de campos, permitía a Umezawa y a los enfoques de teorías DCC que estaban por venir soslayar las limitaciones impuestas por la clásica mecánica cuántica de un modo formalmente riguroso.



3. DUALIDAD IMPLICACIÓN-EXPLICACIÓN EN BOHM

Fue recién iniciada la década de 1980 cuando, el físico estadounidense David Bohm (1917- 1992), pretendió dilucidar los problemas suscitados en los dominios de la mecánica cuántica, ello con motivo del extraño comportamiento exhibido por las partículas subatómicas en movimiento. Para tal propósito, Bohm planteó, a partir de la década de 1990, un enfoque teórico altamente especulativo basado en el postulado de dos conceptos ontológicos fundamentales, a partir de los cuales se desplegaba toda la constelación conceptual que dotaba de sentido último a su propuesta: hablamos aquí de las nociones de orden *implicado* y orden *explicado* de la realidad. El primer trabajo verdaderamente relevante realizado por Bohm en este sentido es el artículo titulado *A New Theory of the Relationship of Mind and Matter*⁶, el cual fue publicado en el año 1990. Posteriormente, salió a la luz, póstumamente, otro trabajo de especial interés para el estudio de la propuesta teórica de Bohm; en este caso se trata de la obra titulada *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory*⁷, escrita también por Hiley y publicada en el año 1995.

⁶ David Bohm (1990). *A New Theory of the Relationship of Mind and Matter*. Philosophical Psychology, 3.

⁷ Basil Hiley, David Bohm (1995). *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory*. Routledge Classics. ISBN: 041512185X.



En la teoría de Bohm, el orden implicado de la realidad hace referencia a un sustrato óptico subyacente y fundamental desde el cual emerge el orden explicado de los fenómenos concretos que los seres humanos somos capaces de percibir gracias a nuestra estructura sensible. Dicho esto, es sencillo advertir de pronto los ecos manifiestos de la tradición monista de doble aspecto, en este caso con base analógica en los postulados propios del holismo cuántico.

La dualidad implicación-explicación privilegia al proceso y la estructura por sobre la atención a la individualidad de los objetos concretos, los cuales no serían así otra cosa diferente de simples manifestaciones residuales de una realidad procesual latente. Así, la autonomía y estabilidad de objetos tales como las partículas subatómicas se encuentran ciertamente restringidas. Esto, parece ser, condujo a Bohm a pensar la idea de que el extraño comportamiento de las partículas subatómicas en movimiento se debía al influjo de fuerzas no observadas, situando a las dimensiones de espacio y tiempo como un mero resultado óptico emergente, procedentes de un sustrato latente de realidad objetiva. Esto es: Bohm planteaba que, aquello que percibimos como lo real manifiesto, no es más que la explicación subjetiva y observada de fenómenos superficiales, que formalmente han sido desplegadas en el tiempo como explicación de un orden recóndito implicado. En



resumidas cuentas: digamos que el orden implicado es el nivel óptico subyacente, que bien podría ser considerado en tanto que el orden del sustrato cuántico de realidad, a partir del cual se despliega aquello que percibimos como lo real fenoménico a escala macroscópica. Esta dualidad implicación-explicación actuaba en la teoría de Bohm como analogía de la dualidad que distingue los ámbitos de lo óptico y lo epistémico. Tanto la actividad mental como la de naturaleza material son propiedades emergentes que se manifiestan como explicación de lo real, derivadas del orden implicado subyacente, que se considera como envuelto o, si se quiere, psicofísicamente neutral. En este punto se llama la atención sobre la facultad dinámica del orden implicado, dinamismo a partir del cual Bohm denominará a este orden subyacente desde el concepto de «holomovimiento». Bohm recurrió además a la expresión de «información activa» para designar la manera en que el orden implicado de lo real otorga noticia acerca de los ámbitos epistémicos mental y material, diferenciados y explicados.

El concepto de holomovimiento se deriva del recurso por parte de Bohm a la noción de holograma para ejemplificar la forma en que se organiza el orden implicado de lo real. Para ilustrar esta idea, Bohm recurrió a la analogía de la placa fotográfica, argumentando que, en cada región de esta donde puede advertirse la



presencia de un holograma, se halla contenida la imagen de la placa al completo en tres dimensiones, que puede ser percibida además desde múltiples perspectivas. Esto es: entiéndase que se llama la atención así sobre la existencia de un orden total contenido, implicado, en cada región tanto presente en el espacio como en el tiempo. Bohm concebía a esta implicación como un fenómeno de «pliegue hacia adentro», de modo tal que cada región separada en espacio y tiempo ha de contener el signo implícito de una estructura total envuelta dentro de ella. De acuerdo con esta visión de orden ontológico, las leyes de la física apuntaban a la revelación de un ámbito explicado de lo real descubierto en ciertas condiciones experimentales concretas, tales como pueden ser las establecidas en la medición y observación de un objeto cualquiera a escala macroscópica. No obstante, en el nivel de la implicación, Bohm argumentaba que las leyes de la física deberían hacer referencia, fundamentalmente, a cierto orden de contenido descriptivo, holístico e indivisible, parecido al de un holograma, y no a aquel orden analítico de dicho contenido en partes aisladas.

Así las cosas, los presupuestos advertidos acerca de las cuestiones físicas con respecto del orden implicado de lo real anteriormente apuntados, condujeron a Bohm camino de la pregunta sobre el modo en que la experiencia consciente se manifiesta en el orden explicado. Y es que el contenido manifiesto de la consciencia



se fundamentaba, para Bohm, en la facultad de la memoria. La memoria permite que el contenido de la experiencia consciente se manifieste y perpetúe de un modo relativamente persistente. Dicho contenido se organiza mediante mecanismos asociativos fijos, tales como las reglas de la lógica, así como también gracias a categorías fundamentales del entendimiento tales como la universalidad, la causalidad, el tiempo o el espacio. Y en este orden de ideas, Bohm recurrió a la noción de «ocasión real» del matemático y filósofo inglés Alfred North Whitehead (1861-1947) para centrarse en el concepto de «momento» como evento sin localidad aparente, aludiendo a la noción de superposición de eventos que se correlacionan en un orden implicado global. Bohm arguyó además que, de modo análogo al de la experiencia consciente, cada momento posee un orden concreto de explicación, que envuelve de modo alguno al resto de momentos. Es de esta manera que la conexión de cada momento, contenido en la totalidad junto con el resto de los momentos, se halla implicada en su total contenido. Esto llevó a Bohm a percibir la experiencia consciente como una facultad procesual según la cual, para cada momento, todo contenido implícito en el pasado es desplegado explicativamente en el presente, mientras que cualquier contenido explicado en el pasado se implica en la actualidad.



La memoria supone, pues, un ejemplo paradigmático que muestra este proceso de implicación y explicación de la experiencia consciente. Es que toda información almacenada en la memoria se halla envuelta en las células cerebrales, las cuales participan del orden material general. La facultad de la persistencia mnémica humana es analogía directa del proceso que mantiene a la persistencia del orden material general manifestado. De todo esto se desprende entonces que, en lo que al orden explicado de la experiencia consciente se refiere, éste no se ha de diferenciar, de modo alguno, del orden que gobierna el mundo material en general.

La consciencia sería para Bohm, en definitiva, una propiedad fenoménica que emerge del cerebro. Un cerebro donde interactúan de un modo no-local eventos cuánticos de tipo Aspect-Bell, analógicamente a como lo hacen los grupos de partículas que pasan de la identidad individual a la de un todo coherente, provocando que las neuronas exhiban un comportamiento también colectivo, grupal, camino de una especie de sinergia neural como analogía neurocuántica. Un holismo sinérgico neural, correlato del holismo cuántico, donde resuenan nítidos ecos de la propuesta de Umezawa para la similitud entre neuronas y partículas y que, como ya se ha advertido en el apartado anterior, influirá con fuerza sobre posteriores desarrollos teóricos para alumbrar nuevos modelos de TCC y DCC, marcando



decisivamente los debates más relevantes en torno a los estatutos científico, ontológico y epistemológico de la consciencia.



4. NEUROCIENCIA CUÁNTICA EN BECK Y ECCLES

A principios de la década de 1990, el neurofisiólogo australiano John Eccles (1903-1997) y el físico alemán Friedrich Beck (1927-2008) propusieron la que es, posiblemente, la teoría que mayor rigor científico puede arrojar sobre el supuesto lugar que ocuparían los postulados de física cuántica en relación con la experiencia consciente. El enfoque de Beck y Eccles para abordar la relación entre mecánica cuántica y consciencia parte del estudio de la transmisión de información basada en la articulación de procesos cuánticos acaecidos en la hendidura sináptica. El trabajo que más rigurosamente aborda la propuesta de Beck y Eccles es el artículo titulado *Quantum Aspects of Brain Activity and the Role of Consciousness*⁸, el cual fue publicado en el año 1992.

Se sabe que, el proceso de exocitosis, es decir, la transmisión de información neuronas a través, se manifiesta en el fenómeno sináptico, que es de orden químico, el cual se origina mediante la liberación de transmisores en la terminal presináptica por influencia de impulsos nerviosos que suceden por regla general con una probabilidad significativamente inferior al valor numérico de 1. Con base en estos

⁸ Friedrich Beck, John Eccles (1992). *Quantum Aspects of Brain Activity and the Role of Consciousness*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 89.



supuestos, Beck y Eccles sugirieron que el proceso de exocitosis es un fenómeno de orden cuántico. En aras de calcular la sucesión de dicho fenómeno en términos probabilísticos, recurrieron a la mecánica cuántica estadística apoyándose en una elaborada teoría numérica. Beck y Eccles coordinaron el postulado de dicha teoría numérica con algunas observaciones de ciencias cognitivas y neurología tales como el evento de ideación pura, el de potencial preparatorio o el bombardeo de botones sinápticos sobre las dendritas de neuronas piramidales contenidas en el hipocampo. Resultado de estas combinaciones teóricas fue la sugerencia de que la intención mental, como acción selectiva de eventos volitivos, es un producto que exhibe cierta efectividad neural cuando el fenómeno de exocitosis sucede de forma recurrente, puntual y en términos probabilísticos, en áreas concretas del neocórtex cerebral tales como el área motora suplementaria. Beck y Eccles propusieron que este fenómeno de efectividad neural es análogo al fenómeno de colapso de función de onda en mecánica cuántica. Es así como la neurociencia cuántica de Beck y Eccles contribuía a fundamentar los estatutos ontológico y epistemológico de la consciencia mediante el recurso a la analogía neurocuántica.

Así pues, y para que suceda el fenómeno de exocitosis, según Beck y Eccles, la red presináptica vesicular ha de entrar en un estado metaestable de excitación. El



denominado proceso de «disparo cuántico» se produce gracias al efecto túnel cuántico manifestado por el paso de una cuasi-partícula de dos estados a través de una barrera de activación, lo que resultaría en colapsos de estado; esta cuasi-partícula se encuentra provista de un grado numérico de libertad. Es de tal suerte que los procesos cerebrales acaecidos en el neocórtex manifiestan con su actividad los hechos volitivos intencionales en condiciones de indeterminación, los cuales se encuentran dirigidos por la amplitud cuántica probabilística. Tal como se ha apuntado anteriormente, es así como la intención mental, a modo de acción selectiva de eventos volitivos, sería un producto que proyecta cierta efectividad neural tras el aumento puntual de emisión vesicular en términos probabilísticos, acaecido en el seno de los miles de eventos sinápticos manifestados en cada célula piramidal. Tras esto, una gran cantidad de amplitudes individuales de miles de botones dendríticos se ajustarían por coherencia provocando la emergencia de un gran mosaico modal y probabilístico que da forma al entramado de la actividad cerebral.

Beck y Eccles denominaron «psicones» a lo que podrían ser las unidades mínimas de consciencia de acuerdo con el proceso de exocitosis como colapso anteriormente descrito. Dichas unidades de consciencia estarían correlacionadas camino de la emergencia de una experiencia consciente holística, algo que ya adelantó Bohm en



su momento, lo cual permitiría asimilar al espectro de la actividad mental con la *imagen* de un campo cuántico probabilístico de naturaleza inmaterial. Como bien puede apreciarse, el postulado del holismo cuántico y su correspondiente correlato neuronal (analogía neurocuántica) sigue desde Umezawa ejerciendo una notable influencia sobre los desarrollos de las teorías DCC.



5. ONTOLOGÍA DE PROCESO EN STAPP

Desde la década de 1980 hasta la segunda década del siglo presente, el físico estadounidense Henry Stapp (1928-actualidad) ha desplegado una fecunda actividad filosófica y científica con el propósito de ofrecer un modelo de comprensión coherente acerca de cómo los rasgos propios de la experiencia consciente se relacionan teóricamente con los postulados del paradigma cuántico. El trabajo que más concretamente permite la comprensión de la ontología de proceso de Stapp es la obra titulada *Mind, Matter and Quantum Mechanics*⁹, publicada en el año 1993.

Con base en una concreta matriz teórica de carácter ontológico, Stapp construye una genuina interpretación sobre el cerebro del sujeto de observación como soporte para la experiencia consciente; una interfaz situada entre el sistema que es objeto de observación y la experiencia subjetiva del sujeto que observa dicho sistema. Una especie de teoría DCC procesual.

Stapp adhiere en principio a la concepción dualista entre *potencialidad* y *realidad* planteada por el físico alemán Werner Heisenberg (1901-1976), noción ontológica que sobrepasaba los límites teóricos impuestos por la interpretación de Copenhage

⁹ Henry Stapp (1993). *Mind, Matter and Quantum Mechanics*. Springer-Verlag. ISBN: 3540562893.



para la mecánica cuántica. El concepto de «actualización» de Heisenberg se basa en la interpretación de la medición de un evento al modo en que se propone en el postulado de la interpretación de Copenhage, pero su concepción de «potencialidad tendencial» hace referencia a contextos que preceden al acto mismo de medir, de lo cual se desprende el supuesto de una realidad observable que no depende del acto de la medición. Esto significa que, tras el hecho de la actualización, los eventos son proclives a derivar en la recurrencia de la actualización real en serie, lo cual dota de cierta oscuridad epistémica a dichos eventos. Lo que Stapp sugiere al respecto es la ampliación de la noción de actualización eventual de Heisenberg asignando a cada evento real un rasgo experiencial propio, al cual denominó desde el concepto de «sensación eventual». Es así como Stapp introduce la noción de sensación eventual como el rasgo específico que otorga la cualidad de actualización inherente a cada evento real de Heisenberg.

En lo relativo a la explicación de los procesos tendenciales eventuales, Stapp recurre al monismo de aspecto dual, siguiendo la senda abierta por Pauli y Jung y continuada por Bohm, y lo hace planteando una ontología de proceso donde los planos de lo mental y lo físico como realidades ocasionales son concebidos como rasgos psíquicos y físicos de lo real. La potencialidad propia de la realidad ocasional



es de naturaleza neutral, psicofísicamente considerada, enmarcada dentro de un modelo de existencia donde lo mental y lo material se correlacionan mutuamente, sin separación óptica excluyente. Esto conduce a Stapp a presentar su proyecto de realidad procesual con base en una ontología híbrida que soslaya el sustancialismo, según la cual la realidad ocasional se caracteriza por ser procesual en la medida en que su naturaleza es relativa, de un lado, a las acciones reductivas de estado en el plano físico y, de otro lado, a las acciones psíquicas correlativas de intención.

En referencia a los actos volitivos humanos, Stapp defiende la posibilidad de que la intencionalidad consciente acaso sea capaz de ejercer alguna especie de influjo sobre los procesos cerebrales de un individuo. Pero Stapp soslaya la estricta visión interaccionista entre la intención consciente y la actividad cerebral, proponiendo una especie de *restriccionismo* según el cual, para una ocasión real donde consciencia y cerebro conectan, existe cierta restricción causada por dicha conexión, que revierte significativamente en el modo en que tanto la actividad consciente como la cerebral se manifiestan en el seno de la realidad ocasional.

Stapp arguye además que, en la escala donde se diferencian los estados de actividad mental y los estados materiales cerebrales, a cada experiencia consciente le corresponde por contraparte un evento de estado cuántico reductivo que



contribuye a la actualización de aquellos modelos de actividad denominados ocasionalmente como correlatos neurales de dicha experiencia consciente. A partir de estos modelos de actividad, las intenciones se codifican exhibiendo la forma de una suerte de patrón para la acción. La cuestión de la libertad para la acción depende así de las decisiones intencionales anteriores al acto volitivo mismo.

Además, Stapp añade que, el hecho de prestar una atención persistente a la intención consciente activa probablemente contribuiría a alargar la esperanza de vida de los ensamblajes neuronales que funcionan como patrones para la acción, basándose para la defensa de este supuesto en el principio de los efectos cuánticos de tipo Zeno. Stapp sugiere también que, la actividad intencional consciente, se correspondería con la superposición de ensamblajes neuronales cuyos estados estarían reducidos. Recurre a la noción de «corriente holística de consciencia» ideada por el filósofo y psicólogo estadounidense William James (1842-1910) para apoyar su concepción acerca de las nociones de intencionalidad y atención conscientes.

Pero desde la segunda década del siglo presente hasta la actualidad, Stapp modifica su postura desde una visión de mecánica cuántica ortodoxa hacia un acercamiento, digamos «semi-ortodoxo», sobre los problemas que suscita la supuesta aleatoriedad ciega, propiamente exhibida, en la manifestación de los fenómenos de orden



cuántico, defendiendo la necesidad de reconducir la problemática hacia la concepción de una aleatoriedad aparente, caracterizada por cierto sesgo desde una noción dual axiológica que se juega en el seno de la actividad mental del sujeto de observación. Este enfoque abre las puertas a nuevos modelos para pensar la forma en que la experiencia consciente podría encontrar su correlato cuántico.



6. REDUCCIÓN OBJETIVA ORQUESTADA EN PENROSE Y HAMEROFF

Posiblemente, de entre todas TCC que se exponen en este trabajo, la desarrollada por el físico británico Roger Penrose (1931-actualidad) y el anestesiista estadounidense Stuart Hameroff (1947-actualidad) acaso sea la más ampliamente conocida. Y quizás lo sea debido a que, en la actualidad es, de entre todas las TCC que en este escrito se presentan, la propuesta que más debates está provocando en torno a la fundamentación científica de los estatutos ontológico y epistemológico de la consciencia, apostando fuertemente a tal efecto por el recurso a la analogía neurocuántica.

Penrose y Hameroff propusieron la idea de que las tubulinas de los microtúbulos neuronales son responsables de operaciones de computación cuántica en el cerebro. Estas operaciones se explican mediante la hipótesis de Penrose-Hameroff bautizada con el nombre de «Reducción Objetiva Orquestada» (Orch OR). El primer trabajo conjunto realizado por Penrose y Hameroff donde tal hipótesis es teóricamente presentada fue el artículo titulado *Orchestrated Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: a Model for Consciousness*¹⁰, publicado en el año 1995.

¹⁰ Stuart Hameroff, Roger Penrose (1996). *Orchestrated Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: a Model for Consciousness*. Journal of Consciousness Studies, 3.



Posteriormente, Hameroff dio a conocer otro artículo científico de importante relevancia para apoyar los supuestos de la Orch OR bajo el título de *How Quantum Brain Biology Can Rescue Conscious Free Will*¹¹, publicado en el año 2012. Más tarde, Penrose y Hameroff introdujeron significativos cambios en la Orch OR realizando una revisión de la teoría y plasmando estas variaciones en un artículo conjunto bajo el título *Consciousness in the universe: A review of the 'Orch OR' theory*¹², publicado en el año 2014.

La Orch OR parte de la base conceptual correspondiente a la manifestación de los actos conscientes como procesos no susceptibles de descripción mediante el recurso a formulaciones algorítmicas. Dichos presupuestos encuentran su motivación a la luz de los pensamientos de Penrose sobre el origen de la creatividad, el trabajo del lógico austríaco Kurt Gödel (1906-1978) sobre la incompletitud en lógica matemática o la metafísica de corte platónico.

Los estudios acerca de la experiencia consciente de Penrose inspiraron a Hameroff para pensar la compatibilidad con sus estudios sobre microtúbulos. Hameroff

¹¹ Stuart Hameroff (2012). *How Quantum Brain Biology Can Rescue Conscious Free Will*. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6.

¹² Stuart Hameroff, Roger Penrose (2014). *Consciousness in the universe: A review of the 'Orch OR' theory*, *Physics of Life Reviews*, 11.



entendió que era posible trazar una analogía entre el armazón conceptual de Penrose y el estatuto neurofisiológico de las tubulinas, cuyos estados podrían ser dependientes de la manifestación de fenómenos de orden cuántico, lo cual da lugar al fenómeno de coherencia cuántica entre distintas tubulinas.

Lo dicho anteriormente significa que diferentes tubulinas pueden participar de configuraciones duales en estado de superposición, existiendo un constructo geométrico espaciotemporal concreto asignado a cada una de ellas. Así, en el momento en que se produce un fenómeno de escisión energética entre dos configuraciones camino de un umbral crítico dado, en un contexto cuántico gravitatorio, es cuando sucede la denominada «reducción objetiva» de función de onda en alguna de las configuraciones polares.

Previamente a la reducción objetiva, los estados de las tubulinas se hallan en situación de coherencia superpuesta, lo cual es concebido como un estado pre-consciente, al tiempo que cada reducción objetiva inmediata no susceptible de computabilidad es vista como la manifestación de un fenómeno proto-consciente. El alcance notorio de consciencia se da únicamente si existen configuraciones alternativas integradas en un sistema provisto de un elevado nivel de ordenamiento, de tal suerte que los fenómenos de reducción objetiva se dan de forma «orquestrada».



Al igual que en la teoría de Beck y Eccles, en la Orch OR se postula que los eventos cuánticos pueden transmitirse gracias al efecto túnel cuántico mediante entrelazamiento de neuronas colindantes, ello a propósito de las denominadas «uniones gap» y la entrada en juego de los componentes proteicos contenidos en los microtúbulos.

La correlación postulada entre la experiencia consciente y la reducción de la función de onda que se propone en la Orch OR enfrenta a los principios fundamentales de la mecánica cuántica temprana que apuntaban a la dependencia directa del observador consciente en el acto de medición. Sin embargo, en la mecánica cuántica contemporánea, se postula que los fenómenos autoorganizativos de información podrían dar lugar a formas de autoconsciencia. Es en este sentido que la Orch OR adhiere a cierta suerte de pansiquismo, según el cual, no solo el ser humano, sino también toda partícula existente en el universo poseería autoconsciencia.

En las últimas décadas, Penrose y Hameroff han modificado algunos aspectos teóricos de su propuesta ante la falta de pruebas empíricas que puedan apoyar la tesis del fenómeno de computación cuántica en los microtúbulos, postulando a los denominados «canales cuánticos» como bits cuánticos, lo que supuestamente abre el



horizonte teórico para comprender al fenómeno de coherencia cuántica en los microtúbulos.

En resumen: la propuesta de Hameroff y Penrose toma a la consciencia como propiedad emergente de la realidad orquestada gracias a la reducción objetiva como tránsito de una función de onda en estado de coherencia a otra función de onda en estado de reducción.



7. DINÁMICA DEL CEREBRO CUÁNTICO EN JIBU Y YASUE

El recurso al formalismo propio de la teoría cuántica de campos en aras de la descripción de estados cerebrales propuesto por Umezawa en la década de 1960 recibió un impulso importante a finales del siglo XX y principios del XXI con el trabajo coordinado llevado a cabo por la neurocientífica japonesa Mari Jibu (1965-actualidad) y el físico también japonés Kunio Yasue (1951-actualidad).

Jibu y Yasue propusieron una teoría DCC según la cual el campo cuántico electromagnético actúa de forma bilateral junto con el campo giratorio de los dipolos formado por moléculas de H₂O contenidas en las dendritas y el glia nerviosos. El trabajo conjunto llevado a cabo por Jibu y Yasue se plasma de forma lúcida y magistral, provisto de una bellísima factura, en la obra titulada *Quantum Brain Dynamics and Consciousness: An introduction (Advances in Consciousness Research)*¹³, publicada en el año 1995. Posteriormente, Jibu y Yasue dieron a conocer, en colaboración con Della Senta, otra obra de relevante calibre para el propósito de la defensa de su propuesta de hipótesis DCC mediante la publicación en el año 2002 de *No Matter, Never Mind: Proceedings of Toward a Science of*

¹³ Mari Jibu, Kunio Yasue (1995). *Quantum Brain Dynamics and Consciousness: An introduction (Advances in Consciousness Research)*. John Benjamins Publishing Company. ISBN: 1556191839.



*Consciousness: Fundamental approaches (Advances in Consciousness Research*¹⁴.

Jibu y Yasue sugerían la idea de que el funcionamiento del córtex cerebral es susceptible de una mejor descripción mediante el recurso a la dinámica de la red dendrítica, que es el entramado por el cual la información accede a las neuronas. Aducían que, en el córtex cerebral, existe una gran cantidad de células nerviosas que solo se hallan provistas de dendritas y están carentes de axón. Rechazaban de este modo la clásica tríada sistémica de axón, neurotransmisor y dendrita, que sería la responsable del procesamiento de información nerviosa. Denunciaban entonces que dicha visión convencional para los sistemas de procesamiento obviaba otras redes existentes en la actividad cerebral. La visión de la existencia de neuronas carentes de axón presentes en el córtex cerebral condujo a Jibu y Yasue a postular que dichas células nerviosas serían las responsables de la emergencia de la experiencia consciente.

Para apoyar su tesis, Jibu y Yasue sometieron a tela de juicio a la red dendrítica nerviosa confrontándolo con la red de neuronas carentes de dendritas y provistas solo de axón. Llamaban la atención sobre el alto nivel de complejidad presente en la

¹⁴ Tarcisio Della Senta, Mari Jibu, Kunio Yasue (2002). *No Matter, Never Mind: Proceedings of Toward a Science of Consciousness: Fundamental approaches, Tokyo 1999 (Advances in Consciousness Research)*. John Benjamins Publishing Company. ISBN: 1588110958.



red dendrítica, donde la membrana dendrítica contiene biomoléculas provistas de dipolos eléctricamente cargados. Se advertía además la alineación de los polos con carga positiva en la superficie interior de la membrana, que ejercen cierto poder de atracción sobre iones de naturaleza negativa mientras que, en lo relativo a los polos dispuestos en la superficie exterior de la membrana, se ponía de relieve su carga negativa para la atracción de iones positivos. Aquellos espacios donde acaecen las interacciones dipolares son llamados «capas de Debye». Jibu y Yasue destacaban la forma en que las dendritas de diferentes células nerviosas suelen entrelazarse formando una red gracias a los fenómenos de sinapsis químicas ocurridas en los límites dendríticos, lo que da lugar a fases en las membranas de las dendritas. Además, Jibu y Yasue recurrieron a las pruebas sólidas que apuntan a la confirmación de fenómenos de oscilación recurrente acaecidos en las biomoléculas de alto momento dipolar, argumentando que dichas oscilaciones serían fundamentales para la actividad cerebral. Se planteaba así una suerte de cibernética ondulatoria donde, los denominados «estados de vacío» del campo del dipolo del H₂O, son fenómenos mnémicos.

Es de vital importancia, entonces, destacar en la teoría DCC de Jibu y Yasue el papel que juega el H₂O en la actividad cerebral. Jibu y Yasue consideraban al H₂O



como un elemento de alta actividad presente en los ensamblajes celulares. Aquí es donde introdujeron la noción de «campo cortical», que concebían como una estructura holística de moléculas de H₂O que, en estado de rotación a causa de las propiedades giratorias dipolares, se encuentran dispuestas dinámicamente en el cerebro.

El trasvase dinámico, la generación y la destrucción de los «corticones» tanto en el campo cuántico como en el campo giratorio de los dipolos de moléculas de H₂O era interpretado en la hipótesis DCC de Jibu y Yasue como una manifestación de estados de consciencia, los cuales se orientan hacia la correlación entre las dinámicas del citoesqueleto y la red formada por las dendritas y los nervios en la función cerebral.

De otro lado, Jibu y Yasue tomaron el recurso de la noción de ondas del físico británico Herbert Fröhlich (1905-1991) para explicar el modo en que estas se transmiten a través de las cuerdas de filamentos de actina. Dichas ondas son generadas a partir de impulsos energéticos que, controlados por mensajeros intracelulares (iones de calcio), son liberados desde las moléculas de Adenosín Trifosfato en regiones proteicas de membrana. Aquí las ondas de Fröhlich alteran la actividad de los canales de iones, que son responsables de los impulsos nerviosos. En



este punto, Jibu y Yasue proponían que este modelo de transmisión de ondas de Fröhlich podría ser el responsable de la manifestación de eventos cuánticos a escala macroscópica parecidos a los fenómenos de superconductividad. Todo esto conducía a Jibu y Yasue a sugerir la posibilidad de que la sucesión dinámica de estos eventos cuánticos acaso sea capaz de mejorar el funcionamiento de la actividad cerebral.

En resumen: Jibu y Yasue alcanzaban a alumbrar la hipótesis para pensar las bases cerebrales de la experiencia consciente, postulando al campo citoesquelético como un campo de Bose y relacionándolo con la actividad del campo cortical. En este modelo de teoría DCC, las cuasi-partículas denominadas corticones son identificadas con los cuantos de energía del campo giratorio de H₂O cerebral, que siendo de naturaleza dipolar, se correlaciona con un campo electromagnético. La experiencia consciente emergería, así, como producto de la generación y destrucción de estas cuasi-partículas que son los corticones como cuantos energéticos.



8. DINÁMICA CEREBRAL DISIPATIVA EN VITIELLO Y FREEMAN

Siguiendo al igual que Jibu y Yasue la senda abierta por Umezawa y sus colaboradores en la década de 1960, desde postrimerías del siglo XX hasta la primera década del siglo presente, el físico italiano Giuseppe Vitiello (1946-actualidad) y el neurocientífico y biólogo estadounidense Walter Freeman (1927-2016) desarrollaron un modelo teórico de DCC basado en una formulación disipativa de la teoría cuántica de campos, con especial énfasis en el estudio de las moléculas de H₂O y la memoria. El primer trabajo que aborda este modelo disipativo de teoría DCC lo encontramos plasmado en el artículo titulado *Dissipation and Memory Capacity in the Quantum Brain Model*¹⁵, escrito por Vitiello y publicado en el año 1995. Posteriormente, Vitiello publicó, en el año 2001, una obra de importante impacto para la concreción y el desarrollo de su teoría bajo el título de *My Double Unveiled: The dissipative quantum model of brain*¹⁶. Freeman se interesó por los estudios de Vitiello y ambos publicaron conjuntamente, en el año 2006, un artículo de gran relevancia para el desarrollo de este modelo de hipótesis DCC titulado *Nonlinear Brain Dynamics as Macroscopic Manifestation of Underlying Many-body Field*

¹⁵ Giuseppe Vitiello (1995). *Dissipation and Memory Capacity in the Quantum Brain Model*. International Journal of Modern Physics B, 9.

¹⁶ Giuseppe Vitiello (2001). *My Double Unveiled: The dissipative quantum model of brain* (Advances in Consciousness Research). John Benjamins Publishing Company. ISBN:1588110761.



*Dynamics*¹⁷.

En el modelo disipativo de la propuesta de DCC que Vitiello y Freeman defienden, los estados mnémicos se interpretan a modo de estados de vacío de campos cuánticos, análogos a los campos vibratorios del dipolo eléctrico de las estructuras moleculares propias del H₂O. El sistema neuronal del cerebro sufre la afección de estos campos cuánticos estableciendo conexiones y estructuras ordenadas susceptibles de extensión para la manifestación en capas macroscópicas de observación. Se trataría aquí de llamar la atención sobre eventos cuánticos dinámicos a escala macroscópica, que se comportan coherentemente, ello sin obviar, por ende, el hecho de que tanto las células nerviosas como el glia han de seguir siendo vistos como objetos clásicos en su descripción.

La correlación sistema-entorno es crucial para comprender la propuesta disipativa del cerebro cuántico de Vitiello y Freeman. Se trata de postular transiciones de fase, de un estado de vacío a otro, ambos no equivalentes, provocadas por la correlación con el ambiente. El grado de libertad cerebral por un lado y, por otro lado, el del entorno, se hallarían así implícitos en estas transiciones de fase. Y en el momento en

¹⁷ Walter J. Freeman, Giuseppe Vitiello (2006) *Nonlinear Brain Dynamics as Macroscopic Manifestation of Underlying Many-body Field Dynamics*. *Physics of Life Reviews*, 3.



que esos grados de libertad se encuentran acoplados, tiene lugar lo que Vitiello y Freeman conciben como «la unidad fenoménica de la experiencia consciente», dualmente representada. Nótese aquí el marcado carácter correlacional-dualista de la propuesta de Vitiello y Freeman. El carácter de participación correlativa entre sistema y entorno que da lugar a la experiencia consciente como estado de vacuidad es central para la adecuada comprensión de esta propuesta de teoría DCC.

Cuando un entramado neuronal entra en estado de excitación por estimulación externa, los códigos del contenido mnémico se vuelven disponibles. Los cuantos de onda de naturaleza dipolar son activados con el fin de dar lugar a la emergencia de la experiencia mnémica. Sería de tal suerte que el cerebro es capaz del «sentimiento consciente» del modelo estructurado de estado primordial. Los fragmentos microscópicos son ordenados gracias a la dinámica poblacional dispuesta en cada córtex sensorial, emergiendo así la experiencia subjetiva de pensar y percibir, mediante la generación de campos activos macroscópicos de carácter vectorial, dotados de orden estructural gracias a la acción conjunta de millones de células nerviosas y sus correspondientes fenómenos sinápticos en situación de interacción. Es de este modo que, para Vitiello y Freeman, en el sentido epistemológico de su teoría, no cabría el problema de la relación entre la experiencia consciente subjetiva



de un observador y la presumida objetividad del mundo externo como objeto de observación.

El fenómeno de la disipación depende indispensablemente de la objetividad del mundo externo. Este fenómeno, como apertura epistemológica, permite la emergencia de la experiencia consciente y el devenir temporal en una única dirección. De esta forma la noción de subjetividad ajena a la correlación sistema-entorno carecería de sentido epistemológico. La subjetividad es entonces un fenómeno de entrelazamiento cuántico entre la actividad cerebral como sistema y el entorno junto con el cual desenvuelve sus facultades cinéticas de acción. Vitiello y Freeman llegan así a la conclusión de que la experiencia consciente es el resultado del persistente encuentro entre el cerebro y el entorno. Esto les sirve para marcar una clara brecha epistemológica entre la inteligencia de orden biológico y aquella de naturaleza artificial-computacional. Dicha diferencia estriba en la puesta en valor de la variedad adaptativa para la información propia de la inteligencia biológica a la hora de edificar modelos epistemológicos y semióticos.

La conclusión natural de todo lo anteriormente expuesto es, para Vitiello y Freeman, que la experiencia consciente se deriva fenoménicamente de la acción dinámica disipativa del cerebro, que sería de carácter cuántico. De esto se desprende



que, en lo que a la consciencia se refiere, esta no posee carácter primario alguno sino, antes bien, se trataría de una propiedad emergente de la realidad, como producto o resultado de correlaciones de orden físico.



9. COGNICIÓN CUÁNTICA Y CONCEPTOS CUÁNTICOS EN SISTEMAS MENTALES

En las últimas décadas, el estudio de la relación entre la experiencia consciente como actividad mental y los postulados del paradigma cuántico ha encontrado nuevos enfoques desde los cuales ser abordado; concretamente, desde el ámbito de la psicología y las ciencias cognitivas. Conceptos cuánticos tales como el entrelazamiento, la superposición, la complementariedad, las frecuencias dispersivas o los constructos algebraicos no booleanos parecen ocupar un lugar relevante en la observación, descripción y explicación de la actividad mental.

El formalismo propio de los postulados cuánticos es utilizado para el estudio de experiencias netamente psicológicas y cognitivas, de tal suerte que nace a este respecto un nuevo ámbito para la investigación de la experiencia consciente denominado «cognición cuántica». En esta área de investigación, la base teórica se fundamenta sobre la aplicación de conceptos cuánticos a sistemas mentales, pero sin el recurso a los postulados de mecánica cuántica en su totalidad sino, más bien, recurriendo solo a algunos conceptos cuánticos que, sin necesidad de implicar correlatos neuronales o empíricos en un sentido estricto que apunten a ciertos modos observables de actividad cerebral, permiten la descripción y explicación teóricas de



multitud de fenómenos manifiestos en el orden de la experiencia consciente. Pioneros en aplicar conceptos cuánticos a sistemas mentales son los físicos alemanes Harald Atmanspacher (1955- actualidad) y Peter beim Graben (1964-actualidad).

Como se ha apuntado anteriormente, sin la necesidad de aludir al cerebro cuántico (DCC), los estudios en materia de cognición cuántica buscan describir el entorno de estado de los sistemas de actividad mental mediante el recurso a postulados del comportamiento cuántico de sistemas. Lo hacen suponiendo que las concreciones de estados de actividad mental se dan con fundamento en espacios de estado neuronal, lo que conduce a pensar que dichos espacios habrán de ajustarse si se quieren alcanzar estados concretos estables. Atmanspacher y beim Graben postularon en sendos artículos titulados *Contextual emergence of mental states from neurodynamics*¹⁸ (2006) y *Epistemic entanglement due to non-generating partitions of classical dynamical systems*¹⁹ (2013), que los espacios escogidos para tal propósito generarán descripciones incompatibles porque son susceptibles de entrelazamiento.

Con estos presupuestos, se pone en tela de juicio a las hipótesis DCC como aquellas

¹⁸ Harald Atmanspacher, Peter beim Graben (2007). *Contextual emergence of mental states from neurodynamics*. Chaos and Complexity Letters, 2.

¹⁹ Peter beim Graben, Thomas Filk, Harald Atmanspacher (2013). *Epistemic entanglement due to non-generating partitions of classical dynamical systems*. International Journal of Theoretical Physics, 52.



que ostentarían el monopolio explicativo acerca de los rasgos cuánticos exhibidos en los sistemas de actividad mental y evita, pragmáticamente, todos los inconvenientes que supone postular la analogía neurocuántica, al no necesitar para su progreso teórico alusión alguna de carácter cualquiera a un correlato empírico de dinámica cerebral cuántica como fundamento.

El presupuesto de que la actividad mental emerge a partir de espacios de estado neuronal de naturaleza estadística, que serían correlatos de estados de actividad mental individual, apunta a la suposición de que, en origen, los procesos de naturaleza mental surgirían generalmente según el modelo de espacio escogido. Y de no estructurarse dichos espacios de forma adecuada, existe la posibilidad de que la actividad mental susceptible de observación exhiba rasgos similares a los mostrados por los eventos de naturaleza cuántica, todo ello admitiendo a la vez que, en lo que a la actividad cerebral asociada se refiere, puede tomarse como un fenómeno de mecánica clásica. Esto supone el desprendimiento de los postulados para una mente cuántica, desligada de la asunción de un cerebro cuántico como correlato necesario para la aplicación de conceptos cuánticos a sistemas mentales.

Esta aplicación de conceptos cuánticos a sistemas mentales, propia de la cognición cuántica, ofrece un generoso cuerpo conceptual capaz de conectar de forma concreta



y adecuada con los postulados propios de la mecánica cuántica, a la par que sirve para la puesta en práctica de múltiples aplicaciones en el terreno de la psicología que han arrojado resultados empíricos de importante relevancia. Los conceptos cuánticos se han aplicado en la cognición cuántica a fenómenos de orden mental tales como los efectos de orden, las redes semánticas, los procesos de decisión, el aprendizaje, la percepción biestable, las interconexiones por entrelazamiento supercuántico o la agencia cuántica. Es que los novísimos enfoques de cognición cuántica, con la aplicación de conceptos cuánticos a sistemas mentales, permiten la creación de modelos teóricos concretos que suponen, en la práctica experimental, novedosos resultados y sorprendentes predicciones.



CONCLUSIONES

La emergencia del paradigma cuántico sobre el panorama científico occidental a principios del siglo XX, y su posterior desarrollo teórico-experimental durante la primera mitad de dicho siglo, vinieron a cuestionar radicalmente la moderna cosmovisión galileano-newtoniana para observar, describir y explicar el mundo que habitamos. Esto afectó significativamente al modo en que la filosofía y la ciencia habrían de acometer en adelante el abordaje del problema de la experiencia consciente.

El paradigma cuántico permite la interpretación de la consciencia y, por ende, del problema mente-materia y del conocido como problema difícil de la consciencia, desde un diálogo interdisciplinar entre, de un lado, la matemática y la física y, por otra parte, ciencias naturales como la biología, la neurociencia y la química, llegando en algunos casos a alumbrar la posibilidad de la existencia de un cerebro cuántico (DCC). Más aún: permite incluso la aplicación de conceptos cuánticos a sistemas mentales sin la condición empírica *sine qua non* de un cerebro cuántico en ámbitos como la psicología o las ciencias cognitivas, lo que pone fin a los debates sobre los estatutos ontológico y epistemológico de la consciencia por la vía pragmática. Tales son, entonces, los motivos principales que impulsan la investigación presente,



a saber: la posibilidad de interpretar la experiencia consciente desde la ciencia básica y, por extensión, desde la ciencia aplicada.

El abordaje de la emergencia y el desarrollo de las TCC desde una perspectiva histórica general nos permite comprender la notable y progresiva influencia que sobre la cuestión por la experiencia consciente ha ejercido el paradigma cuántico desde mediados del siglo XX, comprendiendo el papel que juegan algunas ideas centrales como el holismo cuántico, las correlaciones entre partícula y neurona o la analogía entre ensamblaje neuronal y colapso de función de onda. Es todo esto por lo que el desarrollo de las TCC, hasta la actualidad, puede interpretarse como una historia de dualidades comparativas. De hecho, será la dualidad, con base en el holismo, aquello que marque el despliegue mismo de la historia de las TCC.

Las primeras hipótesis elaboradas con cierto rigor filosófico y científico acerca de las relaciones teóricas que pueden existir entre la experiencia consciente y los postulados de la mecánica cuántica las debemos a Pauli y Jung. La propuesta de Pauli y Jung es francamente original y poderosa. La fusión entre la psicología profunda junguiana y la mecánica cuántica de Pauli, con sus conceptos de arquetipo, sincronicidad y entrelazamiento como núcleos teóricos, dota a la propuesta de un carácter legaliforme acausal alternativo, que actúa como un soplo de aire fresco frente a la causalidad cerrada propia del paradigma galileano-newtoniano. El



postulado de una base psicofísica neutral de lo real resuelve con elegancia el problema mente- materia. Además, el acto de la observación sea de la forma que fuere es un acto de intervención en la configuración de lo real y, de hecho, es el fenómeno que, en última instancia, conecta a los planos mental y material. Muchas de estas conexiones mente-materia han quedado experimentalmente demostradas en la actualidad, pero todavía hoy la conjetura Pauli-Jung está desprovista de un formalismo concreto, algo que cambia con el desarrollo de modelos algebraicos como el de Gosson y Hiley²⁰. También los últimos trabajos publicados por Primas²¹ sobre el fundamento cuántico del monismo de aspecto dual, con su propuesta de diferencia entre dimensiones temporales mental y física van en esta dirección. De todos modos, el monismo de aspecto dual estará presente en varias de las siguientes TCC desarrolladas a partir de la propuesta por Pauli y Jung.

La propuesta de Umezawa es la primera de las TCC concebidas para pensar las relaciones entre experiencia consciente y mecánica cuántica desde el postulado de un cerebro cuántico (DCC). La analogía neurocuántica que Umezawa establece entre neuronas y partículas supuso un hito en el desarrollo de las TCC, ya que marcará en

²⁰ Basil Hiley, Maurice de Gosson (2013). *Hamilton Flows and the Holomovement*. Mind and Matter, 11.

²¹ Hans Primas (2003). *Time-entanglement between mind and matter*. Mind and Matter, 1.



adelante profundamente los futuros desarrollos de las teorías DCC. El recurso a la teoría cuántica de campos permitió concebir a la actividad cerebral como analogía sistémica holística de los procesos mentales salvando las dificultades que imponían los postulados de la clásica mecánica cuántica. Sin la propuesta de Umezawa y sus colaboradores, los desarrollos posteriores de TCC, incluso los más especulativos, habrían sido imposibles.

El enfoque de Bohm sigue la senda del monismo de aspecto dual abierta por Pauli y Jung para postular una suerte de ontología basada en un fondo teórico de holismo cuántico. Sus nociones de órdenes implicado y explicado de lo real permiten interpretar a la experiencia consciente como una propiedad óptica que emerge procesualmente desde la base de un sustrato cuántico, una matriz holística de realidad, análoga a la imagen unificadora de un holograma, donde cada rastro observable de realidad, conscientemente explicado, es noticia de un orden óptico implícito latente. Bohm también concibe, al igual que Umezawa, al cerebro como interfaz desde la cual la experiencia consciente mejor se puede interpretar a la luz de las similitudes teóricas establecidas entre el holismo cuántico de partículas y el holismo neural, situando también, en sintonía con Umezawa, a la memoria como el fenómeno observable que mejor caracteriza a la experiencia de la consciencia. La inserción de la consciencia en un marco ontológico holístico de carácter cuántico,



gobernado por la no-localidad implicada en la matriz cuántica fundamental, es una idea sugerente que permite pensar a la experiencia consciente desde un enfoque intersubjetivo. Y aunque no existen todavía pruebas empíricas suficientes que apoyen con total contraste a los postulados de Bohm acerca de esta consciencia intersubjetiva con base en un sustrato óptico común, queda patente el poder teórico de la analogía holográfica para su interpretación física, pero es no obstante en el terreno de la actividad mental subjetiva donde el enfoque holístico con la correlación partícula-neurona para interpretar la relación mente-materia donde mayor éxito alcanzará en el futuro la analogía holográfica de Bohm.

Por su parte, el enfoque cuántico de la consciencia de Beck y Eccles postula que el proceso de excitosis, es decir, la transmisión de información neuronas a través, es un fenómeno de orden cuántico que se da en la hendidura sináptica, análogo al fenómeno de colapso de función de onda en mecánica cuántica (analogía neurocuántica). La de Beck y Eccles es, posiblemente, la teoría DCC que mayor rigor científico puede arrojar sobre el supuesto lugar que ocuparían los postulados de física cuántica en relación con la experiencia consciente, pero deja en el aire la cuestión acerca de las relaciones entre los procesos sinápticos individuales y la mecánica exhibida en el ensamblaje neuronal, relegando a la noción de causalidad mental de



orden cuántico al terreno de lo meramente conjetural. Sin embargo, la neurociencia cuántica de Beck y Eccles ha encontrado apoyo teórico adicional en las últimas décadas con propuestas como la de Fisher²², quien recurre al efecto de entrelazamiento protector coherente exhibido por las denominadas «moléculas de Posner» (más en concreto, al fosfato de calcio) y sus iones como analogía de las cuasi-partículas de Beck y Eccles para el postulado de la coherencia cuántica neuronal, que sería estable por efecto de amplificación de los procesos postsinápticos. Recientemente, Fisher y Krug²³, junto con otros colaboradores, han aportado evidencias empíricas relacionadas con estos supuestos efectos de amplificación postsináptica mediante experimentos en pacientes con trastorno bipolar, lo que decanta ligeramente la balanza a favor de la analogía neurocuántica.

De otro lado, la ontología de proceso de Stapp presenta una sugestiva visión acerca del cerebro como interfaz para la experiencia consciente. Stapp sigue la línea básica marcada por las TCC de Pauli y Jung y de Bohm, recurriendo al monismo de aspecto dual, postulando una ontología de proceso donde los planos de lo mental y lo físico son concebidos como «realidades ocasionales». Para Stapp, cada experiencia

²² Matthew Fisher (2015). *Quantum cognition: The possibility of processing with nuclear spins in the brain*. *Annals of Physics*, 362.

²³ Jacob Krug, Adam Klein, Erin Purvis, Kathy Ayala, Matthew Mayes, Lisette Collins, Matthew Fisher, Aaron Ettenberg (2019). *Effects of chronic lithium exposure in a modified rodent ketamine-induced hyperactivity model of mania*. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 179.



consciente lleva aparejada consigo un evento de estado cuántico de reducción, análogo a estados neurales de esa experiencia consciente. El planteamiento de Stapp, aunque inspirador, todavía hoy se halla desprovisto de una correlación experimental que le ofrezca un apoyo empírico sólido.

La propuesta de Penrose y Hameroff es altamente especulativa. La tesis de la «Reducción Objetiva Orquestada» es sugerente, sí, por cuanto ayuda notablemente a la interpretación de una hipótesis DCC con el peculiar acento de la coherencia cuántica neural sobre ella, alimentando generosamente a la analogía neurocuántica. Pero estos estados de coherencia cuántica son difícilmente demostrables en situación experimental. De hecho, hace más o menos una década, la tesis de coherencia cuántica en los microtúbulos fue duramente criticada cuando, desde la publicación de pruebas empíricas derivadas de los trabajos de Reimers, McKemmish, McKenzie, Marky y Hush²⁴, resultados que sugerían, para el acaecimiento de estados cuánticos coherentes, el requerimiento de elevadísimos niveles de energía vibratoria, algo que dicen los autores, resulta inverosímil en el contexto de la biología. Además, Conde

²⁴ Jeffrey Reimers, Laura McKemmish, Ross McKenzie, Alan Mark, Noel Hush (2009). *Weak, strong, and coherent regimes of Fröhlich condensation and their applications to terahertz medicine and quantum consciousness*. PNAS, 106



y Cáceres²⁵ añadieron más leña al fuego del debate criticando, también en situación experimental, a la analogía neurocuántica, atacando a la tesis del efecto cuántico en los microtúbulos, con resultados que situarían, según la interpretación de estos, a la comunicación neuronal en una escala clásica de lo real. Sin embargo, la propuesta de Fisher anteriormente reseñada, con los recientes experimentos asociados a ella realizados junto con Krug y otros colaboradores, reviven notablemente el debate sobre la coherencia cuántica neuronal apoyando los postulados de la revisión de la Orch OR de Penrose y Hameroff.

La propuesta de Jibu y Yasue, siguiendo de cerca el camino abierto por Umezawa y sus colaboradores, presenta un modelo de teoría DCC postulando al campo citoesquelético como un campo de Bose que se relaciona directamente con la actividad del neocórtex cerebral. En esta hipótesis DCC, las cuasi-partículas denominadas corticones se correlacionan con los cuantos de energía del campo giratorio de H₂O cerebral que, al ser de carácter dipolar, se asemeja a un campo electromagnético. La experiencia consciente se da entonces como resultado de la generación y destrucción de estas cuasi-partículas como corticones análogos a los

²⁵ Cecilia Conde, Alfredo Cáceres (2009). *Microtubule assembly, organization and dynamics in axons and dendrites*. Nature Reviews Neuroscience, 10.



cuantos energéticos. Cabe destacar el hecho de que Jibu y Yasue²⁶ recurren al postulado de la cuantización de campos electromagnéticos en los microtúbulos, lo que ofrece una versión que sintoniza con la Orch OR de Penrose y Hameroff desde el postulado de la denominada «transparencia autoinducida» para la transmisión de fotones dentro de los microtúbulos, lo cual permitiría, mediante una suerte de interacción colectiva electromagnética de localización neuronal denominada «super-radiación», la coherencia en los microtúbulos al enfrentar teóricamente a éste fenómeno con el de «interacción térmica», liberando a los microtúbulos del ruido térmico y apoyando con relativa solidez teórica a la analogía neurocuántica.

Por su parte, el modelo teórico de DCC presentado por Vitiello y Freeman, basado en una formulación disipativa de la teoría cuántica de campos, con especial énfasis, al igual que en Jibu y Yasue, sobre el estudio de las moléculas de H₂O y la memoria, sitúa a la correlación sistema-entorno en su núcleo teórico, postulando transiciones de fase entre estados de vacío no equivalentes, transiciones protagonizadas por los grados de libertad cerebral y ambiental. Vitiello y Freeman conciben al fenómeno de la experiencia consciente como manifestación emergente dual representada

²⁶ Mari Jibu, Scott Hagan, Stuart Hameroff, Kunio Yasue, Karl Pribram (1994). *Quantum optical coherence in cytoskeletal microtubules: implications for brain function*. BioSystems, 32.



mediante el acoplamiento de dichos grados de libertad. En este modelo disipativo de teoría DCC, la diferencia entre los estados de naturaleza material y los de índole mental es ciertamente polémica, pues supone reducir los procesos mentales a los del cerebro, algo que ha criticado Atmanspacher.

Y será Atmanspacher, en colaboración con beim Graben, quien sugiera la posibilidad de aplicar conceptos cuánticos a sistemas mentales, yendo más allá del postulado de un cerebro cuántico, obviando desde cierto espíritu pragmático el problema mente-materia, evitando la analogía neurocuántica y proponiendo una suerte de «mente cuántica» para el estudio de fenómenos de orden mental en el ámbito de la experiencia consciente en terrenos como la psicología y las ciencias cognitivas. Así es como se alumbra el prometedor campo de investigación de la denominada «cognición cuántica». En palabras del propio Atmanspacher:

The particular strength of the idea of generalizing quantum theory beyond quantum physics is that it provides a formal framework which both yields a transparent well-defined link to conventional quantum physics and has been used to describe a number of concrete psychological applications with surprisingly detailed theoretical and empirical results. (...) Therefore, the investigation of mental quantum features resists the temptation to reduce them (...) all-too quickly to neural activity. There are several kinds of psychological phenomena which have been addressed in the spirit of mental



quantum features so far (...)It is a distinguishing aspect of these approaches that they have led to well-defined and specific theoretical models with empirical consequences and novel predictions. A second point worth mentioning is that by now there are a number of research groups worldwide (rather than solitary actors) studying quantum ideas in cognition, partly even in collaborative efforts. For about a decade there have been regular international conferences with proceedings for the exchange of new results and ideas, and target articles, special issues, and monographs have been devoted to basic frameworks and new developments.²⁷

En resumidas cuentas, podemos contemplar tres modos, fundamentales y, en algunos aspectos, transversales, para abordar el planteamiento de las posibles relaciones teóricas que pueden existir entre la experiencia consciente y los postulados del paradigma cuántico, de acuerdo con las distintas TCC en este trabajo reseñadas:

1. Mente (experiencia consciente) y materia (actividad y procesos de naturaleza cerebral) son considerados aspectos duales emergentes de un sustrato ontológico fundamental. En lo referente a este enfoque, las TCC en

²⁷ Harald Atmanspacher (2004). *Quantum Approaches to Consciousness. The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/qt-consciousness/>>.



este trabajo expuestas que participan del mismo son, por orden cronológico de primera publicación, las de Pauli y Jung, la de Bohm y la de Stapp.

2. La experiencia consciente es un fenómeno observable cuyo fundamento teórico-experimental podría derivarse del postulado de eventos cuánticos cerebrales. En lo que a este enfoque respecta, las TCC que se plasman en este escrito, y que adhieren al mismo son, por orden cronológico de primera publicación, las de Umezawa, Beck y Eccles, Stapp, Penrose y Hameroff, Jibu y Yasue y Vitiello y Freeman.
3. Algunos conceptos propios del paradigma cuántico son susceptibles de aplicación teórico-experimental a sistemas mentales, cuyo propósito es el de dilucidar el sentido de la experiencia consciente, ello sin necesidad de recurrir al correlato material de procesos cuánticos cerebrales. En lo relativo a este enfoque, las TCC que en este texto se presentan, y que se basan en el mismo, son las desarrolladas por Atmanspacher, Filk y beim Graben.



BIBLIOGRAFÍA

Basil Hiley, David Bohm (1995). *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory*. Routledge Classics. ISBN: 041512185X.

Basil Hiley, Maurice de Gosson (2013). *Hamilton Flows and the Holomovement*. Mind and Matter, 11.

Carl G. Jung, Wolfgang Pauli (1955). *The Interpretation of Nature and the Psyche*. Ishi Press. ISBN: 4871877132.

Cecilia Conde, Alfredo Cáceres (2009). *Microtubule assembly, organization and dynamics in axons and dendrites*. Nature Reviews Neuroscience, 10.

C.I.J. Stuart, Yasushi Takahashi, Hiroomi Umezawa (1978). *On the Stability and Nonlocal Properties of Memory*. Journal of Theoretical Biology, 71.

David Bohm (1990). *A New Theory of the Relationship of Mind and Matter*. Philosophical Psychology, 3.

Friedrich Beck, John Eccles (1992). *Quantum Aspects of Brain Activity and the Role of Consciousness*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 89.



Giuseppe Vitiello (1995). *Dissipation and Memory Capacity in the Quantum Brain Model*. International Journal of Modern Physics B, 9.

Giuseppe Vitiello (2001). *My Double Unveiled: The dissipative quantum model of brain (Advances in Consciousness Research)*. John Benjamins Publishing Company. ISBN:1588110761.

Hans Primas (2003). *Time-entanglement between mind and matter*. Mind and Matter, 1.

Harald Atmanspacher (2004). *Quantum Approaches to Consciousness*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/qt-consciousness/>>.

Harald Atmanspacher, Peter beim Graben (2007). *Contextual emergence of mental states from neurodynamics*. Chaos and Complexity Letters, 2.

Henry Stapp (1993). *Mind, Matter and Quantum Mechanics*. Springer-Verlag. ISBN: 3540562893.

Jacob Krug, Adam Klein, Erin Purvis, Kathy Ayala, Matthew Mayes, Lisette Collins, Matthew Fisher, Aaron Ettenberg (2019). *Effects of chronic lithium exposure in a modified rodent ketamine-induced hyperactivity model of mania*. Pharmacology, Biochemistry and Behavior, 179.



Jeffrey Reimers, Laura McKemmish, Ross McKenzie, Alan Mark, Noel Hush (2009).

Weak, strong, and coherent regimes of Fröhlich condensation and their applications to terahertz medicine and quantum consciousness. PNAS, 106. URL = <<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0806273106>>.

Luigi M. Ricciardi, Hiroomi Umezawa (1967). *Brain and Physics of Many-Body Problems.* Kybernetik, 4.

Mari Jibu, Scott Hagan, Stuart Hameroff, Kunio Yasue, Karl Pribram (1994). *Quantum optical coherence in cytoskeletal microtubules: implications for brain function.* BioSystems, 32.

Mari Jibu, Kunio Yasue (1995). *Quantum Brain Dynamics and Consciousness: An introduction (Advances in Consciousness Research).* John Benjamins Publishing Company. ISBN: 1556191839.

Matthew Fisher (2015). *Quantum cognition: The possibility of processing with nuclear spins in the brain.* Annals of Physics, 362.

Peter beim Graben, Thomas Filk, Harald Atmanspacher (2013). *Epistemic entanglement due to non-generating partitions of classical dynamical systems.* International Journal of Theoretical Physics, 52.



Stuart Hameroff, Roger Penrose (1996). *Orchestrated Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: a Model for Consciousness*. Journal of Consciousness Studies, 3.

Stuart Hameroff, Roger Penrose (2014). *Consciousness in the universe: A review of the 'Orch OR' theory*. Physics of Life Reviews, 11.

Stuart Hameroff (2012). *How Quantum Brain Biology Can Rescue Conscious Free Will*. Frontiers in Integrative Neuroscience, 6.

Tarcisio Della Senta, Mari Jibu, Kunio Yasue (2002). *No Matter, Never Mind: Proceedings of Toward a Science of Consciousness: Fundamental approaches, Tokyo 1999 (Advances in Consciousness Research)*. John Benjamins Publishing Company. ISBN: 1588110958.

Walter J. Freeman, Giuseppe Vitiello (2006) *Nonlinear Brain Dynamics as Macroscopic Manifestation of Underlying Many-body Field Dynamics*. Physics of Life Reviews, 3.

Yasushi Takahashi, Hiroomi Umezawa (1979). *Mixed-system Brain Dynamics: Neural Memory as a Macroscopic Ordered State*. Foundations of Physics, 9.

