

Paul Ruiz Santos ^[1]

Principales aportes de la Física a la Filosofía de la Mente; El vínculo entre la cuántica y el emergentismo.

Contributions of Physics to Philosophy of Mind; The link between quantum and emergentism.

Principais contribuições da Física à Filosofia da Mente; O vínculo entre a quântica e o emergentismo.

[1] Área de Biofísica, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Programa de Cognición, Instituto de Fundamentos y Métodos en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad de la República, Uruguay. paulruiz@adinet.com.uy

Resumen

La Filosofía de la Mente se encarga de estudiar, dentro de otras cosas, el vínculo entre la mente y el cerebro. En este contexto existen varias posturas clasificadas como monismos, dualismos y lo que algunos llaman posturas intermedias. Este trabajo intenta hacer un racconto de los principales planteos teóricos provenientes de la Física, especialmente de la cuántica, que intentaron aportar al estudio de la consciencia y de la relación mente-cerebro. Luego nos proponemos vincular estos aportes con los hallazgos sobre las bases neurales de la consciencia y aspectos filosóficos del vínculo mente-cerebro.

Palabras clave: Física, cuántica, consciencia, cerebro, emergentismo, Filosofía.

Abstract

The philosophy of mind studies the link between mind and brain. In this context there are several positions classified as monism, dualism and what others call intermediate positions. This paper tries to discuss the main theories of physics, especially quantum, which attempted to study consciousness and the mind-brain problem. Finally we try to link these contributions with findings on the neural basis of consciousness and different philosophical aspects of mind-brain interaction.

Key words: Physics, quantum, consciousness, brain, philosophy, emergentism.

Resumo

A Filosofia da Mente se encarrega de estudar, dentre outras coisas, o vínculo entre a mente e o cérebro. Neste contexto existem várias posturas classificadas como monismos, dualismos e o que alguns chamam posturas intermediárias. Este trabalho tenta fazer um racconto dos principais enfoques teóricos provenientes da Física, especialmente da quântica, que tentaram explicar ao estudo da consciência e da relação mente-cérebro. Logo nos propomos vincular estes pensamentos com os descobrimentos sobre as bases neuronais da consciência e aspectos filosóficos do vínculo mente-cérebro

Palavras chaves: Física, quântica, consciência, cérebro, emergentismo, Filosofia.

Introduction

El origen orgánico de la consciencia es parte del debate sobre la interacción mente-cerebro, cómo lo mental emerge del cerebro y se vincula con este sigue siendo un problema sin solución. Muchos modelos se han postulado y se siguen postulando, pero ninguno termina de satisfacer.

La explicación neurobiológica y mecánico-cuántica de este problema es una nueva frontera para la ciencia actual. Ambas propuestas intentan dar respuestas a las preguntas que siguen sin solución aparente. Lo que pocas veces se ha pensado, e intentaremos retomar en este trabajo, es como al vinculando ambas disciplinas se puede obtener respuestas interesantes.

La gran interrogante es, como las células individuales del cerebro se conectan entre si y cada una contribuye a algo que de alguna manera se convierte en mente como desarrolla Francis Crick (1995) en uno de sus principales libros sobre el tema, o al decir de Antonio Damasio; “¿cómo el conjunto de procesos que podemos llamar la mente emerge de la actividad del órgano que llamamos cerebro?” (1999: 112). En esta línea de razonamiento, los estados mentales deberían estar correlacionados causalmente con estados cerebrales, es decir, tanto las sensaciones como el self-awareness

deben estar acompañados de actividad electroquímica específica en algún área del cerebro pero sin poder llegar a través de esta causalidad a un planteo de espejo (epifenómeno) entre la dimensión orgánica y mental (Koch et al, 2006; Pratt, 1997).

En el mapa de las teorías vinculadas a la Filosofía de la Mente, los planteos de Damasio (1999) y Crick (1995), entre muchos otros, nos alejan de los extremos monistas y dualistas, quedando plantados en una postura intermedia que asume un origen monista de la mente pero sin poder reducir sus propiedades a las de la materia (Ruiz, 2011).

Algunos físicos, cuánticos sobre todo (a modo de revisión ver Lopez-Aguilar, 2008 y Smith, 2006 y 2009), han propuestos modelos para el estudio de la interfaz mente-cerebro. Con estos modelos es necesario llevar la discusión al nivel cuántico para describir adecuadamente la fisiología cerebral. Pero a su vez, el modelado cuántico no termina de encontrar explicaciones lo suficientemente convincentes para dar por cerrada esta discusión. Tanto las características del modelado cuántico como de los problemas que no permiten resolver, los retomaremos a través del texto.

Parecería ser que la dinámica órgano-mecanicista cerebral, dada por rasgos estructurales como

las sinapsis y canales iónicos, no es suficiente para explicar la actividad mental y sus propiedades. Existen evidencias que explican cómo es importante la sincronización neural en los procesos cognitivos superiores (Stapp, 1993). La oscilación neural sería así una de las formas de sincronización en el cerebro observable a través de la actividad eléctrica. Esta sincronización, que va más allá de lo electroquímico, ha sido propuesta como una de las formas que relaciona los procesos cognitivos superiores y la consciencia con el cerebro (Acacio de Barros & Suppes, 2009). No pudiendo de igual manera dar respuesta a todos los estados mentales dado que dos estados mentales cualitativamente diferentes pueden generar el mismo patrón de respuesta cerebral (Ruiz, 2011).

Partiendo de estas particularidades estructurales y funcionales intentaremos exponer las principales teorías provenientes de la Física para acercarnos desde aquí a la relación mente-cerebro, considerando a la mente como consciencia estrictamente (opuesto a la inconsciencia (anestesia)), sin detallar propiedades.

Desarrollo.

Introducción a la Filosofía de la Mente.

La Filosofía de la Mente se encarga de diferentes problemas, pero probablemente el más importante es el de la relación entre la mente y el cerebro. A lo largo de la historia han surgido diferentes teorías y posturas al respecto. Uno de los primeros en hablar indirectamente al respecto fue Descartes, claramente el precursor de la postura dualista. Esta plantea que la mente y el cuerpo son elementos ontológicamente diferentes y por lo tanto hay que estudiarlos por separado. Posteriormente, y asentándose a inicios del siglo XX de la mano con el conductismo lógico, se empezó a hacer énfasis en las posturas monistas. Esta por su parte plantea que la mente y el cerebro son lo mismo, por lo tanto puedo saber que pasa a nivel subjetivo si conozco el estado cerebral de un individuo (Ruiz, 2010, 2011). Más recientemente en la historia, de la mano del artículo supremo de Thomas Nagel (1974), y de la descripción conceptual de los qualia las posturas monistas empezaron a mostrar sus fallas apareciendo lo que llamamos posturas intermedias como el emergentismo, quien asume una realidad ontológica material (sin cerebro no hay mente) pero pensando a lo mental como una propiedad emergente del cerebro sin poder reducir sus propiedades a las de

este (para profundizar en esta compleja discusión ver: Beorlegui, 2006; Ruiz, 2011).

Claramente creemos que los aportes de la Física al estudio de lo mental y su relación con la materia tiene un fundamento emergentista, siendo esta propiedad emergente un hecho cuántico con propiedades como tal (Aboites, 2009, Bohm, 1990; Braun, 2011; Vallejo, 2005).

“The hard problem”.

The hard problem se refiere al problema teórico-metodológico en torno al estudio del origen de la consciencia. En relación a este problema varias disciplinas y territorios se pueden referir. En nuestro caso, para los objetivos de este trabajo, lo abordaremos desde la Física (cuántica). Los principales tópicos del problema serían: el problema del estudio de la consciencia desde la perspectiva de la tercera persona, la relación con el abordaje desde la primera persona, el lugar de la experiencia individual, sus consecuencias y abordajes (p.e., qualias, estados mentales), y como se relaciona la mente con el cerebro.

Chris Smith cuenta con dos trabajos publicados en la revista Brain and Cognition (2006 y 2009) abordando el problema de cómo se ha teorizado sobre la relación mente-cerebro (hard problem) y el rol de la Física en

estas discusiones. En el primer artículo (2006) el autor hace un resumen de los principales físicos que han teorizado, sobre todo desde la cuántica, sobre este tema: Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Warner Heisenberg y Wolfgang Pauli. En este artículo culmina concluyendo que uno de los principales aportes de estos físicos y la cuántica en general es la explicación desde la Filosofía de la Mente sobre el vínculo de la subjetividad y la actividad físico-química de las neuronas como analogía de la función de onda y la dualidad onda-partícula. Fundamentando que la neurobiología debería buscar efectos de interpretación desde la física cuántica en el cerebro (sobre todo en las sinapsis) como uno de los lugares regios para estudio de la consciencia y la relación mente-cerebro desde la intencionalidad. Este trabajo cierra diciendo que a criterio del autor la cuántica es una de las teorías que podría ayudar a entender como, evolutivamente, la consciencia ha tenido la posibilidad de “surgir” del tejido nervioso.

En su segundo trabajo Smith (2009) hace un pequeño recorrido sobre las bases neurales de la consciencia y las sinapsis para terminar hablando de la teoría de Eccles, que explicaremos brevemente más adelante. También les dedica su espacio a Henry Stapp, Roger Penrose y David Bohm con sus teorías. Y concluye fundamentando sobre como la consciencia del observador participa del colapso de la función de onda y la posible

relación de este hecho con la estructura cuántica del cerebro.

A pesar del desarrollo enorme de las neurociencias, hay muchos procesos que aún no se pueden explicar estrictamente, uno de ellos es la consciencia y la relación con el cerebro. Sobre esto existen muchas posturas y opiniones, algunas con más y otras con menos consenso. Dentro de este panorama la mecánica cuántica ha propuesto sus teorías que, de igual forma que para la filosofía de la mente, provienen de diferentes lugares. Fundamentando desde el fisicalismo hasta el dualismo (para profundizar en esta vieja y compleja discusión ver: Popper & Eccles, 1980). Sin lograr un consenso absoluto dado que muchos físicos consideran que la cuántica no tiene nada para decir sobre el vínculo mente-cerebro dado que con la mecánica newtoniana es más que suficiente.

Antes de desarrollar específicamente las teorías que se plantean al respecto, retomaremos algunos conceptos básicos de la cuántica teórica para entender desde donde partimos para esta discusión.

Conceptos cuánticos que suman a la discusión.

La idea no es introducirnos en los conceptos matemáticos sino ir directamente a los conceptos teóricos de la mecánica cuántica que son útiles para el estudio del cerebro. Partimos de la idea básica que la mecánica

cuántica describe los sistemas físicos por medio de la llamada función de onda o función de estado habitualmente denominadas ψ (Ψ), dando toda la información que podemos extraer de un sistema (energía, posición, momento, etc). En relación a la función de la onda podemos anexar otros conceptos como el principio de superposición de la onda, la ecuación de Schrödinger, el principio de incertidumbre y la no localidad cuántica, y con estos dos últimos el no-determinismo, el no-localizacionismo y la contextualidad. Cualquiera de estos conceptos se puede encontrar en textos básicos de física cuántica muy bien explicados (ejemplos son; Lapiedra, 2008; Ortolí et al, 2006; Schrödinger, 1983).

Probablemente, al menos estrictamente sobre el vínculo mente-cerebro, el punto más considerable dentro de la física cuántica es la clasificación de la materia y sus propiedades, aplicados en este caso al cerebro. Para esto los planteos más relevantes al respecto son las teorías de la estadística de Fermi-Dirac y Bose-Einstein (Pastor-Gomez, 2002).

Quizás, y por último, otro concepto de la cuántica que vale la pena mencionar es la teorización sobre la computadora cuántica (Acacio de Barros et al, 2009; Pastor-Gómez, 2002). Consiste en un sistema mecánico-cuántico que permite la superposición de los estados y que esta superposición se vea como un proceso de cómputo, una vez realizado estos cálculos para cada canal superpuesto se generaría un colapso en la

función de la onda y daría lugar a un cómputo. A su vez dicha propiedad permitiría un comportamiento como superconductor y con superfluidez, además de generar un sistema en paralelo masivo.

Estos puntos son probablemente los más importantes de la teoría cuántica implicados en la discusión sobre el vínculo mente-cerebro. Consideramos que dentro del panorama de la Filosofía de la Mente los planteos provenientes de la cuántica se encuentran cercanos a la teoría emergentista de la mente. Para esto antes de introducirnos en las teorías cuánticas específicas haremos una pequeña introducción al planteo emergentista.

El lugar del emergentismo en la Filosofía de la Mente.

El emergentismo hace referencia a aquellas propiedades o procesos de un sistema no reducibles a las propiedades o procesos de sus partes constituyentes (la totalidad es más que la suma de las partes, y por lo tanto no reducible a la sumatoria de estas). El concepto de emergencia se relaciona estrechamente con los conceptos de auto-organización y complejidad en oposición a los conceptos dualismo mental y del reduccionismo en Filosofía de la Mente.

En este contexto teórico Taeda Smedes (2005) resume muy bien los principales alcances del planteo emergentista; 1) La asunción de una ontología monista

pero insuficiente para explicar los diferentes estados que puede adoptar la realidad y la materia. 2) Que la materia (cerebro) cuenta con propiedades emergentes. 3) La irreductibilidad del proceso emergente (mente) a los fenómenos de bajo nivel (orgánicos) y su interacción. 4) Influencia causal entre las partes.

Esta descripción da cuenta de la existencia de niveles en el vínculo entre la mente y el cerebro. Probablemente este punto, al menos para nosotros, sea uno de los más interesantes para considerar en la discusión.

Emergentismo y teoría multinivel.

En los sistemas multinivel los elementos están agrupados en unidades de alto nivel que a su vez pueden estar agrupadas con otras de nivel más bajo. Por lo tanto se puede hablar de jerarquías de información disponible, así una propiedad puede pertenecer al nivel 1 o al nivel 2 según el contexto del grupo (De la Cruz, 2008).

En esta trama el principal planteo emergentista (de la mano de la superveniencia) es la relación de dependencia existente entre propiedades de alto nivel y de bajo nivel. Así un grupo de propiedades X superviene de un grupo de propiedades Y cuando las propiedades del grupo X están relacionadas con las del grupo Y.

Así pensando en la relación mente-cerebro se plantea la existencia de diferentes niveles de organización

en la actividad neurofisiológica-subjetiva. Cada nivel con sus propiedades, y en relación con las propiedades de niveles inferiores y superiores pero sin poder resumir toda la actividad a una propiedad de un nivel. El nivel más bajo estaría dado por la actividad molecular-fisiológica cerebral, y quizás el más elevado estaría dado por las creencias y representaciones mentales, pasando por niveles intermedios como el semántico. Cada nivel puede ser descrito como objeto de estudio, y estará en relación directa con los niveles cercanos, siendo las propiedades del sistema irreductibles a la de los niveles. Asumiendo claramente en este contexto una visión estructural de la consciencia (Johnson, 2012).

Los aportes de la Física tienen mucho que ver con este punto, dada la visión de la mente como un emergente cuántico, propiedad de lo cerebral.

Principales aportes de la Física a la discusión.

Existen pocas teorías desde la Física que intenten trabajar el vínculo mente-cerebro. Algunas de ellas además bastante dadas de baja a partir de dificultades para defenderlas y sostenerlas. Una de ellas es la teoría de interacción dualista de John Eccles (Pastor-Gomez, 2002). Es un planteo claramente dualista, donde fundamenta que no es posible experimentalmente abordar la unicidad cerebro-espíritu, considera su teoría del

campo cuántico de probabilidad a nivel de las sinapsis neuronales como la forma y el lugar donde se da la interacción mente-cerebro basado en el efecto de la intencionalidad en la exocitosis (Beck & Eccles, 1992). Esta teoría es en sí misma muy criticable, a pesar de ser coherente matemática y estadísticamente, el autor en definitiva plantea que ontológicamente el pensamiento es diferente que la materia, y por lo tanto, no tienen porque tener vínculo alguno (Pastor-Gómez, 2002).

Otra de las teorías cuánticas vinculadas con filosofía de la mente es la teoría de la consciencia como coherencia microtubular de Roger Penrose (Hameroff & Penrose, 1996). El autor retoma los planteos de Hameroff y Watt quienes sugieren que la coherencia de la proteína tubulina en los microtúbulos del citoesqueleto pueden generar algo así como campos de coherencia cuánticos (Searle, 1997). Esta teoría tiene unos cuantos elementos teóricos para criticar, por ejemplo, las neuronas que poseen más microtúbulos son las menos vinculadas con la actividad consciente, y además en su planteo no considera la actividad electro-magnética de las neuronas (Pastor-Gómez, 2002).

Estas dos propuestas se encuentran dentro de las principales teorías propuestas desde la física cuántica, quedándonos para trabajar la teoría de los condensados, la cual para nosotros es la más coherente con los hallazgos experimentales actuales.

Condensados de Bose-Einstein y Fröhlich.

Si consideramos a la consciencia como una unidad debemos partir de la base que el sustrato físico debe estar en estado constante, o sea uniforme en el espacio-tiempo. Este sistema condensado se puede considerar como una unidad aunque sea un sistema macroscópico como el caso del encéfalo. Además de que todas sus partes compartirían propiedades. El fenómeno físico que permite el máximo de condensación de un sistema es el condensado de Bose-Einstein. Este sistema permitiría propiedades como la superconductividad y la superfluidez. La propuesta teórica de los condensados sobre sistemas biológicos ha sido propuesto a varios niveles donde existiría cantidades de energía almacenada y en movimiento (Miller, 1991). Este sistema se ha descrito como el sistema de bombeo, el cual consiste en que las membranas emitan fotones en longitudes de microonda y que luego de determinada amplitud el sistema vibre al unísono emitiendo y aceptando fotones (y/o fonones, como veremos plantea Fröhlich). El sistema obtendría la energía a partir de los potenciales de acción y la actividad eléctrica de las membranas celulares. La idea del condensado, vale remarcar, implica también la consideración de la actividad neuronal individual y de circuitos computacionales, además de poder ser pensada desde el punto de vista evolutivo según las

cualidades de la consciencia a diferentes niveles de la escala zoológica.

Según Marshall (1989) existen tres realidades; la mental, la corporal y la cuántica. Las tres relacionadas entre sí en el estudio de la consciencia. Este autor considera la consciencia como lo opuesto anestesia y como sinónimo de awareness. Para Marshall la actividad cuántica cerebral se encuentra entre la actividad física y psíquica, encontrando correlato en los estados mentales y el momento cerebral asociado. También fundamenta que el condensado con los arreglos de Fröhlich cumple con los requisitos para el estudio de la consciencia. Además de poder ser aplicado a los encéfalos de diferentes mamíferos y en correlato con las áreas del encéfalo acusadas como responsables de la consciencia.

Este hecho se puede tomar en correspondencia a las críticas que Pastor-Gómez (2002) le hace a teoría del condensado de Bose-Einstein y a la postura de Danah Zohar dado que Pastor plantea que un punto incoherente a la teoría del condensado es que si un área del encéfalo se encuentra en estado Ψ todo el encéfalo se debería encontrar en ese estado, y que no es así dado que no todo en encéfalo es responsable de la consciencia como propiedad de lo mental.

En este marco Herbert Fröhlich da la posibilidad de pensar el condensado a temperatura corporal, dado que la teorización de Bose-Einstein estaba pensada a

0°K. El autor plantea que la actividad del condensado está basada en la oscilación coherente de las membranas celulares en la emisión y absorción de microondas (Blinowska & Lench, 1985). Los planteos de Fröhlich consistieron básicamente en pensar al sistema nervioso como una orquesta con oscilaciones como una unidad única. Con la conjetura básica de que los sistemas biológicos deben poseer una forma de vibración colectiva a través de los fonones. Esto supone y explica algunas particularidades como la oscilación de las macromoléculas en el sistema (Bhaumik, Bhaumick & Dutta-Roy, 1976). Como bien se sabe, los fonones son parte de los bosones, dejando abierta esta particularidad cuántica a diferentes interpretaciones sobre diferentes aspectos físicos y psíquicos.

¿Podemos vincular la física cuántica con las neurociencias?

Se hace más que interesante teorizar sobre las supuestas bases neurales de la consciencia (Chalmers, 1998; Bodovitz, 2008) y como las propiedades cuánticas de ese material neural puede ayudar a entender algunas propiedades de la consciencia.

En este contexto, podríamos vincular cuatro elementos que se desprenden del estudio científico de la consciencia con el fin de vincular la cuántica con las neurociencias:

- Aceptar y asumir la teoría de los condensados,
- aplicarlos a las estructuras neurales responsables de la consciencia,
- dando cuenta de cómo los estados mentales pueden afectar al condensado y por lo tanto a la consciencia y sus propiedades,
- vincular este planteo al working model sobre cómo funciona la actividad consciente de Edelman (2003) donde existe un centro dinámico en relación bidireccional con el cuerpo y el cerebro que impulsan la acción, y que a su vez recibe información del medio exterior y la procesa fenomenológicamente, pudiendo mejorar el modelo incluyendo los aportes de la física a la discusión.

Quizás, un nuevo modelo de trabajo podría ser la vinculación de los estados mentales con el centro dinámico que propone Edelman y como estos a través de las bases neurales interfieren en el comportamiento del condensado, y este en la función de la onda. Claramente este modelo nos deja, dentro de las teorías de la Filosofía de la Mente, pegados al emergentismo y la superveniencia, siendo a su vez una gran crítica a los modelos monistas y hasta para el funcionalismo y la robótica (Karakostas, 2009).

Consideraciones finales.

En torno a estas teorías y consideraciones cuánticas surgen muchas preguntas. Desde las más básicas como; ¿es realmente la cuántica quien podría aproximarse a como emerge la mente del sistema nervioso?, hasta algunas más complejas como; ¿tendrá alguna relación el estado interno de la persona con el colapso de la onda?, o mejor, ¿los qualias tendrán propiedades cuánticas y por eso no se pueden naturalizar?. Hasta el momento nada de esto se ha podido responder, pero la cuántica aun mantiene el deseo de aportar.

A mi humilde entender la teoría de los condensados aplicados a estas redes neurales adjudicadas responsables de la actividad consciente puede ser una de las posibles formas para que la física cuántica pueda aproximarse al estudio de la consciencia, y como esta emerge con sus propiedades del tejido nervioso.

Este constructo además tiene otros efectos interesantes, como asumir que la investigación de la relación mente-cerebro lleva implícito una elaboración multi-nivel dada la existencia de diferentes niveles de análisis, y a su vez cada uno con sus propiedades, en relación con las propiedades de los niveles cercanos. Habilitando una lectura evolutiva dado que las capacidades

o propiedades de la consciencia de los diferentes organismos estarían relacionados con los niveles que pueden desarrollar las diferentes estructuras nerviosas. También afectando a cualquier planteo monista y/o naturalizado de la relación mente-cerebro ya por las ideas que pregona y desarrolla la cuántica como disciplina.

De aquí en adelante los qualias, los estados mentales y todo lo relacionado con el mundo interno del sujeto tendría que ver con las cualidades del condensado nervioso, como es la resonancia de este, y al decir de Miller (1991) podría ser la vida (y la consciencia) la que podría disminuir la indeterminación cuántica de los elementos, lo cuál tendría relación con el colapso de la función de la onda.

Hasta aquí, ha sido solo el tímido intento de vincular campos temáticos que intentan hablar de lo mismo, pero que pocas veces se logran encontrar. Si el lector logra sentirse mínimamente entusiasmado como para profundizar en las teorías planteadas y el vínculo consciencia, Fenomenología, Física y neurociencias sentiré que este trabajo cumplió su objetivo.

Received: 20/06/2012

Accepted: 22/11/2012

References

- [1] Aboites, V. (2009). Caos, emergentismo y estados mentales: Un análisis de la frontera entre la física y la mente. *Acta Universitaria*, 19 (2), 53-58.
- [2] Acacio de Barros, J., Suppes, P. (2009). Quantum mechanics, interference, and the brain. *Journal of Mathematical Psychology*, 53, 306–313.
- [3] Beck, F., Eccles, J. (1992). Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 89, 11357-11361
- [4] Beorlegui, C. (2006). Los emergentísimos sistémicos: Un modelo fructífero para el problema mente-cuerpo. *Pensamiento*, 62 (234), 391-439.
- [5] Bhaumik, D., Bhaumik, K., Dutta-Roy, B. (1976). A microscopic approach to the frohlich model of bose condensation of phonons in biological systems. *Physics letters*, 59 (1), 77- 80.
- [6] Blinowska, K.J., Lech, W. (1985). Cell membrane as a possible site of frohlich's coherent oscillations. *Physics letters*, 109 (3), 124-126.
- [7] Bodovitz, S. (2008). The neural correlate of consciousness. *Journal of Theoretical Biology*, 254, 594– 598.
- [8] Bohm, D. (1990). A new theory of the relationship of mind and matter. *Philosophical psychology*, 3 (2), 271-286.
- [9] Braun, R. (2011). La conciencia humana y el emergentismo *Persona*, 14, 159-185.
- [10] Chalmers, D. (1998). On the search for the neural correlate of consciousness. En: S. Hameroff, A. Kaszniak, A. Scott (Eds.) *Toward a science of consciousness II*. MIT Press.
- [11] Crick, F. (1995). *The scientific search of the soul*. New York: Touchstone.
- [12] Damasio, A. (1999). How the brain create the mind. *Scientific American*, 281, 74-79.
- [13] De la Cruz, F. (2008). Modelos multinivel. *Revista Peruana de Epidemiología*, 12 (3), 1-8.
- [14] Edelman, G. (2003). Naturalizing consciousness: A theoretical framework. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*, 100 (9), 5520 –5524.
- [15] Hameroff, S., Penrose, R. (1996). Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness?. In: S. Hameroff, A. Kaszniak, A. Scott, (Eds.) *Toward a Science of Consciousness. The First Tucson Discussions and Debates* (pp 507-540).Cambridge: MIT Press.
- [16] Johnson, G. (2012). The relationship between psychological capacities and neurobiological activities. *European Journal for Philosophy of Science*, 2 (3), 453-480.
- [17] Karakostas, V. (2009). Humean Supervenience in the light of contemporary science. *Metaphysica*, 10, 1-26.
- [18] Koch, C., Hepp, K. (2006). Quantum mechanics in the brain. *Nature*, 440, 611-612.
- [19] Lapedra, R. (2008). *Las carencias de la realidad*.Barcelona: Tusquets.
- [20] Lopez-Aguilar, F. (2008). Quantum neurology: a key within physics toward the knowledge of the consciousness?. *Pensamiento*, 64 (242), 693-713.

- [21] Marshall, I. (1989). Consciousness and Bose-Einstein condensates. *New ideas in psychology*, 7 (1), 73-83.
- [22] Miller, D. (1991). Useful perspective on the relation between biological and physical description of phenomena. *Journal of Theoretical Biology*, 152, 341-355.
- [23] Nagel, T. (1974). What is like to be a bat?. *Philosophical Review*, 83 (4), 435-450.
- [24] Ortolí, S., Pharo, J. (2006). *El cántico de la cuántica*. Barcelona: Gedisa.
- [25] Pastor-Gómez, J. (2002). Mecánica cuántica y cerebro: Una revisión crítica. *Revista Neurología*, 35 (1), 87-94.
- [26] Pratt, D. (1997). Consciousness, causality, and quantum physics. *Journal of Scientific Exploration*, 11 (1), 69-78.
- [27] Popper, K., Eccles, J. (1980). *El yo y su cerebro*. Barcelona: Labor.
- [28] Ruiz, P. (2010). La psicología naturalizada como herramienta neurofilosófica y neuroepistemológica. *Cuadernos de Neuropsicología*, 4 (1), 20-30.
- [29] Ruiz, P. (2011). Filosofía de la mente: Aportes teóricos y experimentales a la visión emergentista del vínculo mente-cerebro. *Cuadernos de Neuropsicología*, 5 (2), 111-127.
- [30] Schrödinger, E. (1983). *Mente y materia*. Barcelona: Turquets.
- [31] Searle, J. (1997). *The mystery of consciousness*. New York: New York review books.
- [32] Smedes, T. (2005). Mind & emergence: From quantum to consciousness. *Ars Disputandi*, 5. Obtenido de: <http://www.ArsDisputandi.org>
- [33] Stapp, H.P. (1993), A quantum theory of the mind-brain interface. En: H. Stapp (Ed.), *Mind, Matter, and Quantum Mechanics* (pp 145-172). Berlin: Springer.
- [34] Smith, C. (2006). The 'hard problem' and the quantum physicists. Part 1: The first generation. *Brain and Cognition*, 61, 181-188.
- [35] Smith, C. (2009). The 'hard problem' and the quantum physicists. Part 2: Modern times. *Brain and Cognition*, 71, 54-63.
- [36] Vallejo, A. (2005). Problemas epistemológicos en torno a la física cuántica. *Hallazgos, revista de investigaciones*, 4, 96-103.