

Differenz

Revista internacional de estudios heideggerianos y sus derivas contemporáneas

AÑO 3, NÚMERO 2: JULIO DE 2016. ISSN 2174-6796

[pp. 202-219]

Recibido: 31/01/2016

Aceptado: 04/07/2016

Poética, naturaleza y desocultación en la mecánica cuántica: Una propuesta heideggeriana

Poetics, nature and disclousing on quantic mechanics: A heideggerian interpretati3n

Juan Manuel Romero Mart3nez.

Universidad de Granada (UGR)

Resumen:

El objetivo del presente texto es poner de manifiesto el fondo poético y telúrico de la naturaleza en las investigaciones científicas, tomando como horizonte a la física cuántica. Al hablar de poético no nos referimos a una concepción subjetivista ni intuitiva del arte, sino al modo de conocimiento originario que nos remite al fundamento de lo real. Es por esto por lo que entendemos, con Heidegger, el arte como “puesta en obra de la verdad”. Así creemos que la física teórica actual muestra desde sí, en el paradigma contemporáneo de la mecánica cuántica, su carácter poético al habérselas con el problema de interpretación de la dualidad entre onda y corpúsculo de la materia.

Palabras clave: Naturaleza; alétheia; física; cuántica; poética; Heidegger.

Abstract:

The aim of this text is showing the poetic and telluric background of the Nature in scientific investigations, framed in the horizon of quantum physics. Speaking of poetics, we are not referring to a subjective or intuitive conception of art, but to the inceptive knowledge which refers to the foundation of reality. That is why we understand, with

Heidegger, art as "put the truth on work." So we believe that the current theoretical physics shows itself, in the contemporary paradigm of quantum mechanics, poetics in dealing with the problem of interpretation of the duality of the matter.

Keywords: Nature; alétheia; physics; quantics; poetics; Heidegger.

1-Introducción.

El objetivo del presente texto es poner de manifiesto el fondo poético y telúrico de la naturaleza en las investigaciones científicas, tomando como horizonte a la física cuántica. Al hablar de poético no nos referimos a una concepción subjetivista ni intuitiva del arte, sino al modo de conocimiento originario que nos remite al fundamento de lo real. Es por esto por lo que entendemos, con Heidegger, el arte como "*puesta en obra de la verdad*"¹. Así creemos que la física teórica actual muestra desde sí, en el paradigma contemporáneo de la mecánica cuántica, su carácter poético al habérselas con el problema de interpretación de la dualidad entre onda y corpúsculo de la materia.

Pese a las reticencias de Heidegger para considerar la ciencia físico-matemática como una disciplina que pueda radicar en la originariedad del ser, ya que forma parte del modo de darse de la era de la técnica, acudiremos a su pensamiento para exponer una interpretación de la mecánica cuántica desde una posición ontológica, alejada de las interpretaciones al uso que encontramos en los manuales de filosofía de la ciencia y que, pensamos, permanecen instaladas aún en una metafísica de la presencia que se mece entre posiciones radicalmente realistas o subjetivistas. La exposición aquí a realizar tiene como fondo la obra del segundo Heidegger, y sólo atiende al primado de la co-pertencia entre acontecimiento y pensamiento, entre ser y pensar, de manera que pueda abrirse esta ejercitación filosófica, en tanto que sugerencia, a una vía alternativa a las filosofías de la física.

2-Bohr: medición y "complementariedad"

Creemos que la mejor manera de comenzar este artículo es señalando una posible vía de escape de las metafísicas de la filosofía de la ciencia mediante la interpretación de Bohr sobre la mecánica cuántica. Dado que Heidegger critica el cálculo en la física clásica y contemporánea como herramienta para disponer a la naturaleza al servicio de lo humano, sostenemos que es posible apartar este prejuicio para introducir una concepción, paradójicamente heideggeriana, del desistir como nada (*nichten*) en la tesis sobre la complementariedad de Bohr. Así, el pensamiento del físico danés puede servirnos para liberar de prejuicios la visión de Heidegger sobre la ciencia y, por otra parte, para enriquecer el panorama interpretativo de la mecánica cuántica.

Para Bohr el objeto de la ciencia es determinar las interrelaciones entre cantidades

1. Heidegger, M., Gesamtausgabe. Band 5: *Holzwege*, Vittorio Klosterman, Frankfurt, 1984. (*Caminos del Bosque*, "El origen de la obra de arte", Tr. Helena Cortés y Arturo Leyte. Madrid: Ed. Alianza, 1998, p.25)

observables del mundo. Desde esta posición ya no son observables los datos sensoriales directamente percibidos por la mente, como en el positivismo tradicional, sino los resultados de las observaciones con aparatos de medida².

Bohr aplica la complementariedad a dos fenómenos de la mecánica cuántica que, caracterizados en términos de mecánica clásica, son mutuamente excluyentes, tanto en sentido lógico como empírico, pese a que juntos constituyan una descripción completa del fenómeno cuántico: es el caso de la complementariedad existente en la dualidad onda/partícula y, por otro lado, en la relación de descripciones espacio-temporales y la causalidad. Como vemos, para este autor la complementariedad supone la ampliación del modelo clásico físico, no su completo abandono, de tal modo que insiste en que ha de seguir usándose el lenguaje clásico para la descripción de los fenómenos atómicos solo que, estas relaciones de incertidumbre³, establecen un límite de dichos conceptos clásicos en la aplicabilidad de los fenómenos. Nos interesa de esta conclusión el hecho de que para Bohr esto no sólo se limita a un problema teórico, sino que muestra un comportamiento de la naturaleza misma dado en lo que llama “*el postulado cuántico*”⁴. Otra conclusión importante para nuestra exposición es la de que Bohr no plantea el problema de medición como una mera perturbación de los aparatos de medida y el observador sobre el fenómeno atómico, sino que es más radical aún, ya que sostiene que a ambos, sistemas físicos y aparatos de observación, además de que no pueden ser descritos de manera independiente, no existen en estados clásicos⁵.

Así pues, como hemos dicho, la descripción de los resultados observables de la medición está limitada a los medios clásicos para describir el mundo de la realidad cuántica como cantidades leídas en instrumentos de medida: la posición, el momento, la carga...etc. de una partícula. Por otra parte, también el aparato de medida, según Bohr, es caracterizable en términos clásicos: se encuentra en estados de salida definidos y relacionados con las cantidades de medidas de microsistemas. Por ejemplo, la marca depositada de plata metálica indica que un fotón ha sido absorbido en una región limitada de una película fotográfica⁶; no obstante es posible servirse de estados cuánticos que nos permitan hacer predicciones de probabilidad sobre los resultados del proceso de medida. Así pues, los sistemas son preparados en un estado cuántico dado de manera que las reglas dinámicas clásicas permitan seguir la evolución, a través

2. Cf. Skalar, L.: *Philosophy of Physics*. Westview Press, 1992 (Skalar, L.: *Filosofía de la física*. Madrid: Alianza Editorial, 1994, tr. Ulloa, R. A.) pp. 251-272

3. La imposibilidad de observar el comportamiento ondulatorio y corpuscular al mismo tiempo

4. El postulado cuántico para Bohr trata del carácter de indivisibilidad y totalidad de los fenómenos cuánticos totalmente refractarios a la mecánica clásica (Navajo Rojas, O.: “El surgimiento de la complementariedad: Neils Bohr y la Conferencia de Como” en *Rev. Filosofía Univ. Costa Rica*, XLVIII, 2010 pp. 65-66).

5. Cf. Navajo Rojas, O.: “El surgimiento de la complementariedad...” p. 72.

6. Skalar, L.: *Philosophy of Physics*. Westview Press, 1992 (Skalar, L.: *Filosofía de la física*. Madrid: Alianza Editorial, 1994, tr. Ulloa, R. A., pp. 251-272.)

del tiempo, de dichos estados; es así como es posible hacer predicciones sobre valores descritos clásicamente. No obstante, para Bohr, es erróneo considerar que los sistemas entre una medición y otra poseen, realmente, estados clásicos ya que, como hemos visto líneas más arriba, ni si quisieran existirían. Sería como pensar que el sistema no medido tiene alguno de los valores posibles del resultado. Sólo en la mecánica clásica es posible especular sobre el valor de un sistema aún no medido ya que, pese a que el valor es desconocido, sí que está definido en términos ya clásicos.

Como vemos, Bohr sostiene que los aspectos ondulatorios y corpusculares de una partícula son complementarios el uno del otro. Así es posible decir que un sistema puede ser descrito clásicamente en más de una forma. Mientras que para la física clásica un sistema es, o bien una onda o bien una partícula, definidos la posición y el momento de la misma; en la teoría cuántica estas dos características aparecen entrelazadas. Es necesaria la complementariedad de los dos aspectos del sistema para completar su caracterización y, sin embargo, es imposible describir simultáneamente el sistema en los términos de las dos características complementarias. Podemos caracterizar el modo de darse ondulatorio y corpuscular de un sistema, pero no hacerlo a la vez, al mismo tiempo: un dispositivo experimental que nos proporcione datos de medida de carácter ondulatorio imposibilita otro dispositivo para que nos proporcione datos de medida de carácter corpuscular para el mismo experimento en el mismo momento. Es decir: es posible atribuir estados a los sistemas -aspectos ondulatorios o corpusculares- sólo en relación a los aparatos de medida que se escojan para el experimento, ya que se da una “*interacción incontrolable*”⁷ entre el aparato de medida, descrito en términos clásicos, y el fenómeno físico; de esta manera encontrar una línea divisoria entre ambos se hace imposible, ya que ésta puede ser trazada en cualquier lugar de la cadena que va desde el sistema microscópico hasta el valor observado final. Ocurre así que nos encontramos ante una imposibilidad de caracterizar a la vez datos ondulatorios y corpusculares en el estado de un objeto cuántico ya que, como se verá en el ejemplo del gato de Schrödinger, la interacción entre el aparato de medida y el fenómeno físico de la que hemos hablado líneas más arriba, supone una influencia por parte del observador en el resultado del experimento. Todo esto, en definitiva, implica la renuncia de la física teórica contemporánea a la coordinación causal de eventos atómicos en el espacio-tiempo⁸. A continuación, defenderemos una concepción críptica de la naturaleza, phýsis, oculta entre la mostración de la partícula como corpúsculo o como onda desde la interpretación que de la mecánica cuántica hace el filósofo danés.

El autor que escribe este texto es consciente de las múltiples respuestas a la complementariedad de Bohr, como es el caso de la interpretación determinista de

7. Navajo Rojas, Oscar: “El surgimiento de la complementariedad...”, p. 66.

8. Cf. Ibid.

Bohm, en la que pese a que las funciones de onda obedecen a la ecuación de Schrödinger, no proporcionan una descripción completa del sistema si detallan la evolución de la trayectoria de las partículas⁹; también a las variantes que han intentado explicar el hiato entre mediciones clásicas en términos de la conciencia del espectador, acercándose así a los dominios de la filosofía de la mente, como ocurre en el caso de Eugene Wigner o Roger Penrose; incluso a aquellas que, directamente, niegan el hecho del colapso de función de onda, como en la teoría de Hugh Everett III, el cual se deja llevar por la ciencia-ficción para imaginar una “teoría de los múltiples mundos”, en la que en cada estado de medición el mundo se desdobra, de manera que no hay una auténtica superposición. Consideramos que muchas de estas teorías son enriquecedoras para la búsqueda bizantina de una metafísica de la mecánica cuántica pero, para el tema que tratamos aquí, el de la naturaleza en un sentido críptico y su desvelamiento, el mejor contexto es propiamente el de Bohr ya que se mantiene ausente de proposiciones metafísicas y, por lo tanto, ónticas.

3-Phýsis y des-ocultamiento.

Es obvio que los problemas de la mecánica cuántica conciernen a los problemas de la física. Ahora, nos gustaría especular acerca del término “física” desde el original griego phýsis de la mano de Martin Heidegger. En *Hitos* Heidegger menciona un fragmento de Heráclito en el que sostiene que “*phýsis kryptesthai filei*”: a la naturaleza le gusta ocultarse¹⁰.

La interpretación de la aserción heraclíteica no viene a expresar la dificultad de la exploración y el alcance del núcleo interno de la naturaleza porque ésta gusta de ocultarse sino que, al contrario, el ocultamiento mismo es la esencia de la naturaleza. No hay naturaleza sin ocultamiento, se nos viene a decir. En el movimiento de venir a presencia en la naturaleza hay otro de ocultación. Por ejemplo, podríamos decir que lo que el efecto fotoeléctrico nos enseña de la partícula como corpúsculo es el necesario ocultamiento de un sistema, como es el experimento de la doble rendija, para caracterizar la luz como ondulatoria. La condición de posibilidad de la luz experimentada como corpúsculo es la oclusión de la luz comprendida como onda y viceversa. La esencia de la naturaleza de la luz o del electrón en cualquiera de sus manifestaciones es el juego entre ocultación y des-ocultación, no las aparentes propiedades inherentes a la materia que los experimentos nos muestran de ella. La propiedad de partícula o de onda es solo el modo de mostración desde la esencia de la naturaleza, su *kriptesthai filei*. Sostener que éstas son propiedades inherentes más allá de la experimentación, en el reino de la verdadera realidad, es trasladarse a una

9. Cf. Solé, B. A.: *Realismo e interpretación en mecánica bohmianna: memoria para adquirir el grado de Doctor*, pp. 1-6 en <http://eprints.ucm.es/10588/1/T31872.pdf>. Madrid: UCM, 2009, pp.1-6. en prensa.

10. Heidegger, M.: *Hitos [Wegmarken]*. “Sobre la esencia y el concepto de la phýsis. Aristóteles, Física B. I.”. Madrid: Ed. Alianza, 2000. (tr. Helena Cortés y Arturo Leyte.)p. 284.

posición *sub especies aeternitatis*, aquella desde la que Dios conoce lo que las cosas son en sí mismas. Es imposible para nosotros tener una experiencia absoluta de la verdad, pero no solo por nuestra condición finita, sino por lo críptico de su esencia de la naturaleza.

Por otra parte, en el ámbito anglosajón que interpreta la obra de Heidegger, se ha querido ver en la des-ocultación una “*proceso de iluminación*”¹¹ del mundo, el cual debe venir a la presencia bajo la consciencia-Dasein del ser humano para, más tarde, contraponerlo a la noción de “mundo” de Bohr, el cual ya toma como garantizado su existencia. Efectivamente, la des-ocultación como acontecimiento (no como proceso) es una iluminación del mundo, pero eso no significa que el Dasein no tenga una noción a la mano del mundo, esto es: como ente intramundano; la experiencia del mundo del Dasein de Heidegger es pre-reflexiva, indicada en el “pre-serse-ya” en el mundo: una pre-comprensión previa de lo que el mundo ya es. El problema moderno que atañe a la justificación de la existencia del mundo exterior es totalmente refractario a la filosofía heideggeriana y, en palabras del propio autor, “absurda”¹². Plantearse en términos de realismo o subjetivismo el pensar de Heidegger es sencillamente una acción fútil y un desplazamiento del núcleo principal por el que se interroga. Razón ésta por la que, en nuestra exposición heideggeriana de la complementariedad, queremos evitar la dialéctica reduccionista entre subjetivismo y objetivismo o realismo y anti-ontologismo, a la que filosofía de la ciencia nos tiene habituados.

4-Alétheia como el movimiento de la phýsis.

Para seguir con el análisis heideggeriano del término “*phýsis*” es ineludible su interpretación de Aristóteles ya que es en dicho análisis donde se consolida la noción de “*Alétheia*” como esencia y verdad de la naturaleza.

Hay dos formas de entender la naturaleza (*phýsis*) en Aristóteles: *energeia*, que significa “estar en obra”; y *entelequia*, “ser un fin en sí mismo”. Ambas vienen a significar un modo especial de estar en movimiento, de ser *kynesis*, cambio que se hace manifiesto en el vocabulario aristotélico. Cree Heidegger que estos dos significados de movimiento

11. Globus G.: “Bohr, Heidegger, the unspeakable and dis-closure” en *NeuroQuantology*, Volume 11, Issue 2, June 2013, pp. 172, 173: “*But there is a Heideggerian supplement to the abground not found in Bohr: the event of lighting-up or dis-closure, an appearance of the everyday world. Heidegger problematizes ‘world’, rather than taking it for granted. For Bohr world is taken commonsensically; ‘world’ implies a scale change from the quantum level, a change which is tied to our biological constitution. (...) The ‘lighting up’ process is a crucial emphasis not found in Bohr, for whom the world is straightforwardly right there before us, consisting in observables. For Heidegger, as will be emphasized below, the there (Da) is existential.*”

12. Heidegger, M.: *Ser y Tiempo*. Madrid: Trotta, 2009. , trad. Jorge Eduardo Rivera Cruchaga, p. 220: “*La pregunta de si hay siquiera un mundo y de si acaso su ser pueda demostrarse, es, en cuanto pregunta que plantea el Dasein como estar-en-el-mundo -¿y quién otro podría plantearla?- una pregunta sin sentido (...) pero el mundo está esencialmente abierto con el ser del Dasein; y el “mundo” ya está siempre descubierto con la aperturidad del mundo.*”

en la naturaleza emplazan la resonancia de los filósofos que, como Heráclito, habían pensado la *physis* originariamente al establecer una concepción de la naturaleza (*phýsis*) como emergente desde sí misma. Es el “estar en obra” lo que expresa el movimiento como una emergencia, y el “tener un fin en sí mismo” la potestad de ser principio de sí mismo como principio de movimiento.

En el discernimiento epagógico que propone Aristóteles para caracterizar la *phýsis*, ésta se muestra como arché, como principio y punto de partida para la disposición de la movilidad (*kynesis*¹³). Es por eso que, lo ente que procede de la donación de la *phýsis*, es en sí mismo, por sí mismo y para sí mismo; por lo tanto, la entidad (*ousía*), es lo que yace de antemano ahí delante, de por sí. Pero Heidegger criticará a Aristóteles el hacer demasiado hincapié en una concepción de la entidad excesivamente estática, estable, en tanto que substrato que permanece al cambio, para dejar en un segundo plano de su definición otro momento esencial de la entidad como venida a presencia (*Anwesenheit*). Hablamos de la entidad como emergencia (*metabolé*) que es precisamente lo que caracteriza, para nuestro autor, a la naturaleza (*phýsis*). No se alude, con esta venida a la presencia, a un mero estar presente ya a la mano o sea, a lo que se agota en su estabilidad, sino que se trata de una venida a la presencia en lo no oculto¹⁴, un establecerse en lo abierto. Por tanto el movimiento (*kynesis*) de la naturaleza (*phýsis*) es emergencia (*metabolé*), surgimiento mismo en cuanto a tal a una con lo que se transforma¹⁵. Es el cambio de algo en otra cosa que irrumpe, como cambio mismo manifestante, como acontecimiento o actualidad. Todo este movimiento de surgimiento desde lo oculto en el claro y, a la vez, substracción es lo que Heidegger llamará “*Alétheia*”. Cuando el carpintero construye una mesa desde la madera adecuada para ello, la mesa surge, irrumpe. Y es este surgir e irrumpir mismo como tal es lo que, según Heidegger, está pensando como movimiento Aristóteles. El movimiento del obrar de la verdad (*Alétheia*), es éste surgir de la *phýsis* en el que la cosa, como ente, llega a ser lo que es. El llegar a ser lo que es, es un trabajo de fundación donde lo ente, en nuestro contexto el sistema cuántico en tanto que onda o en tanto que corpúsculo, sale a la luz y se constituye como tal en un mundo de sentido que es, en este caso, el de las ciencias físico-matemáticas y, más concretamente, el del paradigma de la mecánica cuántica, establecido en el entorno de la mutua pertenencia que conforman el instrumento de medida utilizado y el sistema cuántico a medir, para traer aquí mediante la medición, la onda o la partícula. Pero es un movimiento de irrupción en el sentido de un mundo ya determinado que no se agota en ese surgir.

El problema que Bohr señala acerca de la imposibilidad de la medición entre sistemas cuánticos es indicio de la inagotabilidad¹⁶ del dar de sí de la naturaleza, en tanto que

13. Ibid. p. 224

14. Ibid. p. 225

15. Ibid. p. 234

16. Inagotabilidad de la naturaleza que hace referencia a la influencia neokantiana del joven Heidegger. Permea en su obra posterior el problema neokantiano de la aprehensión de la multiplicidad de lo

onda o en tanto que corpúsculo, en tanto que objeto cuántico. El darse de la onda se encuentra asociado al darse del corpúsculo y, como hemos visto, los diferentes sistemas, aparatos de medida y observadores en un experimento, además de otras posibles interferencias de infinitos sistemas ajenos a ese experimento, forman parte de éste. Por esta razón, el mundo del objeto cuántico no se agota en tanto que corpúsculo ya medido y posicionado o en tanto que onda de probabilidad de las posiciones de ese corpúsculo, es necesaria una “complementariedad” entre sistemas cuánticos para poder tener una noción completa de lo que la naturaleza del átomo y la radiación sea, pero es una noción destinada o no poder completarse nunca de manera total, dada la inagotabilidad de interferencias en los sistemas del objeto cuántico¹⁷. En última instancia, el paradigma de la mecánica cuántica no se agota en sí mismo ni agota la explicación del dominio de lo real, ya que otros paradigmas son posibles e incluso pueden convivir con él; y, en definitiva, la verdad científico-matemática del mundo de la técnica no agota toda otra forma de mostración de la verdad, como la de la tradición clásica literaria y filosófica de las humanidades o la de las bellas artes. Lo que muestran todas estas diferentes concepciones del mundo y de la verdad es la esencia misma de la verdad, no como algo sustantivo, que subyace a todas ellas y les otorga fundamento, sino como acontecer (*Geschehnis/Ereignis*¹⁸). Todas acontecen, irrumpen y surgen, se manifiestan, desde lo oculto en el claro del ser. Todas realizan en donación física, natural, el movimiento hacia el claro de lo ente y la ocultación de su emerger mismo, además del resto de las otras posibles emergencias¹⁹. Lo que se

dado en la unidad ideal del pensamiento, pero traducido a la analítica del sentido y la historicidad del ser humano. La conclusión de sus maestros neokantianos es que siempre hay un reducto de realidad opaco a los conceptos transparentes de la razón; así, unido a la lectura sobre el devenir de Nietzsche y Heráclito, Heidegger entenderá el brotar de la naturaleza, inabarcable en términos cuantificacionales, e inagotable en términos cualitativos; una phýsis que desborda a los aparatos de medida, y hacen no clausurado el devenir, de manera que sobrepasa el intento de objetualizar lo ente en el aseguramiento del cálculo. Cf. Escudero, J. A.: *El lenguaje de Heidegger*, pp. 135-137 y Cf. Heidegger, M.: *Ejercitación del pensamiento filosófico*, Tr. Ciria, A: Ed. Herder, Barcelona, 2011 pp. 46, 105, 167.

17. Cf. Arana, J.: *Materia, universo, vida*: Tecnos, Madrid, 2001, pp. 287-288 : “No obstante, los instrumentos también se componen de átomos y electrones, sometidos a las leyes cuánticas, por lo que en principio cabría formular una ecuación de ondas referida no solamente al electrón, sino al sistema que forma el electrón y todos los átomos del instrumento de medida empleado (...). Esta segunda onda no colapsaría por una acción que está englobada dentro del sistema; para ‘colapsarla’ sería necesario un segundo instrumento de medida, lo cual nos llevaría a una tercera y más complicada ecuación de ondas... y así sucesivamente... hasta llegar a la función de ondas de todo el universo, incolapsable, puesto que nada hay exterior a ella. ¿Qué solución tendría entonces el dilema? Nadie lo sabe.”

18. Heidegger, M.: Op.Cit, El origen, p. 39: “El desocultamiento (*Unverborgenheit*) de lo ente no es nunca un estado simplemente dado, sino un acontecimiento (*Geschehnis/Ereignis*). El desocultamiento (la verdad) no es ni una propiedad de las cosas en el sentido de lo ente ni una propiedad de las proposiciones”; en el original p.43: “*Unverborgenheit des Seienden, das ist nie ein nur vorhandener Zustand, sondern ein Geschehnis. Unverborgenheit (Wahrheit) ist weder eine Eigenschaft der Sachen im Sinne des Seienden, noch eine solche der Satze*”. A partir de la edición de 1950 el autor cambia la palabra *Geschehnis* por *Ereignis*.

19. Ibid: “Pero, al mismo tiempo, dentro de lo descubierto por el claro también hay encubrimiento,

oculta en el darse como ente es el darse mismo. Lo que se oculta en el darse como corpúsculo y como onda es su propia venida a presencia como tales, aquello que los hace ser, en el contexto del laboratorio y su carga teórica²⁰ y paradigmática, entes. Lo que finalmente Bohr no puede medir ni predecir entre sistemas mediante reglas dinámicas clásicas, es precisamente el darse de la cosa, en el que la partícula aún no se ha medido en una determinada posición, en donde aún no se ha producido el colapso de la función de onda, porque no hay onda ni corpúsculo como tal (desde un punto de vista, no ingenuamente realista, de la función de onda asociada a un sistema como es el de Bohr), solo hay acontecimiento y movimiento (*kýnesis*) mismo. Solo hay ser en obra, ser siendo. En definitiva, lo que Bohr no puede medir entre sistemas de manera mecanicista, es la dimensión ontológica previa a toda medición óptica ya que es, esta misma dimensión ontológica, la que posibilita la medida de lo óptico. Podríamos proponer, a modo de hipótesis que, aquello que se encuentra entre la medición de sistemas no es una cosa (no es un ente), sino la condición de posibilidad misma de la cosa (de lo ente), su a priori. No obstante, la manera en la que Bohr tratará de resolver esto es, como hemos visto líneas más arriba, apelando a una “complementariedad” de estados cuánticos. Esta complementariedad entre estados es interpretada de manera probabilista²¹ por la función de onda de Schrödinger como “superposición”. La aportación de éste último puede entenderse en nuestro ejercicio apriorístico sobre la mecánica cuántica como una explicación matematizada (ya que la función de onda es una ecuación) y continuista del carácter críptico de la naturaleza que estamos tratando de expresar. Desde nuestra posición ontológica, y aquí ontológico no está entendido desde un punto de vista objetivista o realista, la ecuación de función de onda es un aunque desde luego de otro tipo. Lo ente se desliza ante lo ente, de tal manera que el uno oculta con su velo al otro.”

20. Nos referimos aquí al concepto de “carga teórica de la observación” que, a mediados de los sesenta, desarrollaron Hanson y Kuhn, al evaluar el papel de la observación en los procesos de investigación científica. En resumidas cuentas esta tesis muestra que debe diferenciarse entre las experiencias de datos sensoriales y las interpretaciones posteriores de lo que se ve. Éstas últimas responden al trasfondo teórico del observador, por lo que nunca es posible alcanzar el hecho desnudo de lo que se experimenta sensorialmente. Para este término puede consultarse, además de las obras originales de Hanson (Hanson N. R., “Observation and Interpretation”, en Morgenbesser (ed.) (1967), *Philosophy of Science Today*, Basic Books, Nueva York, 89-99.) y Kuhn (Kuhn. T. S, *The Structure of Scientific Revolutions*, U. Chicago P., Chicago (1ª ed. de 1962); 2ª ed., incluyendo el Postscriptum, de 1970)) en Diéz, J.A., y Moulines, U.: “La revuelta historicista la naturaleza sincrónica de las teorías” en *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, p.309, Ed. Ariel, Barcelona, 1997.

21. La interpretación probabilista de la función de onda es obra de Born; realmente a Schrödinger no terminaba de convencerle dicha interpretación, al igual que tampoco comulgaba con la de Heisenberg y Bohr. Recalcaremos que Schrödinger partió en un comienzo de una visión estrictamente realista de la mecánica cuántica, para terminar decantándose por el punto de vista “convencionalista” de Henry Poincaré, hasta el punto de sostener que lo único que se podía garantizar es que la indeterminación estaba inserta en el aparato matemático de la mecánica cuántica, ya fuera probabilista o matricial, no en la naturaleza misma. Cf. Sánchez R, J.M.: “La filosofía de los creadores de la mecánica cuántica”, *La filosofía de los científicos: Thémata*, Vol 14, Sevilla, 1995, P. 217. Entender la función de onda como una onda de densidad de probabilidad, no como la expresión matemática de un fenómeno físico real, es también posicionarse en una postura anti-realista y, por lo tanto, anti-metafísica y no objetivista. Razón por la que Schrödinger nunca comulgó con la propuesta de Born.

intento de justificación óptica para dotar de continuidad y disponibilidad a aquello ontológico, indisponible y discontinuo que el cálculo de matrices de Heisenberg y la complementariedad de Bohr presuponían en la naturaleza cuántica.

En el famoso experimento mental del gato y la caja el físico Schrödinger interpretará²² la vida y la muerte de un gato como estados “*superpuestos*” o “*combinación efectiva de los dos estados*”²³; el hecho de que el gato esté vivo y muerto a la vez antes de abrir la tapa y comprobar el interior de la caja, es una exposición plástica de su teoría de la superposición de estados, con la que pretendía ilustrar el carácter anti-intuitivo, contrario a la razón de la mecánica clásica, de las consecuencias de la mecánica cuántica, además de señalar que los eventos cuánticos también podían afectar a diferentes niveles de la realidad física. Schrödinger llega a la conclusión, mediante la ecuación de la función de onda, de que es posible describir la evolución en el tiempo de una partícula como si se comportase como una onda. En el experimento la vida del gato depende de un evento cuántico, y la probabilidad de que este evento ocurra fluctúa en el cincuenta por ciento de probabilidades, lo que otorga también al gato una posibilidad de sobrevivir al experimento del cincuenta por ciento. De esta manera la oportunidad de supervivencia del gato puede describirse, al igual que el evento cuántico, con una función de onda de probabilidad. Mientras no se abra la caja para ver si, en un tiempo dado, el evento cuántico (la desintegración de un átomo radioactivo) ha ocurrido o no y por lo tanto saber si el gato está muerto o no, esta función de onda expresará todos los posibles estados, tanto del evento cuántico como del gato en el sistema (la caja), hasta colapsar en un solo estado, vivo o muerto, cuando la caja se abra y el observador intervenga.

Este experimento presupone que la función de onda es real (física)²⁴, por lo que ésta se interpreta de modo objetivista; pero al contrario que para Schrödinger, para Bohr esto no es así, dicha función de onda no es física, sólo sirve de herramienta auxiliar para realizar cálculos, tal que un mero algoritmo²⁵. Por ello, aquello que queda entre los sistemas de medida clásicos para Bohr, o no existe si no puede ser medido o no puede de él decirse nada²⁶. Las conclusiones del físico danés acerca de la función de onda, que

22. Cf. Schrödinger, E.: “Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik” *Die Naturwissenschaften*, 1935.

23. Skalar, L.: Op. Cit. Pg. 268.

24. Real o física para Schrödinger quiere decir que la partícula, por ejemplo el electrón del átomo de hidrógeno, está vibrando alrededor del núcleo; en definitiva supone que la vibración que representa la onda es una propiedad misma de la partícula: el hecho de que su masa, a causa de la vibración, esté repartida en una nube de carga alrededor del núcleo del átomo.

25. Cf. Bombal, F.: “La Ciencia en el siglo XX,” *Seminario “Orotava” de Historia de la Ciencia*, pp. 16 y 17. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias, enero 1999, pp. 16 y 17.

26. Nos parece que Bohr trae de nuevo el clásico problema acerca del ser, el conocimiento y el lenguaje que desde Gorgias venimos arrastrando: Gorgias pone en cuestión la existencia del ser, pero aunque existiera, no se podría conocer y si se llegara a conocer, el lenguaje humano no permitiría comunicar ese conocimiento.

los filósofos de la ciencia llaman “ontológicas” cuando sería más acertado denominarlas “metafísicas”, no quedaron nunca claras del todo, sino que más bien dejaron lugar a ambigüedades. Sin embargo, la interpretación habitual de este oscurantismo retrata a Bohr como un anti-realista y subjetivista, incluso como a un idealista; no obstante, es posible acercarlo al pensamiento de lo inefable e indisponible de Wittgenstein o de Heidegger, sin tener que encasillarlo en una suerte de idealismo subjetivista o de un neo-positivismo. En palabras del propio Bohr:

There is no quantum world. There is only an abstract physical description. It is wrong to think that the task of physics is to find out how nature is. Physics concerns what we can say about nature (No hay mundo cuántico. Hay sólo una descripción abstracta y física. Es equivocado pensar que la tarea de la física es averiguar cómo es la naturaleza. La física versa acerca de lo que podemos decir sobre la naturaleza)²⁷.

La conclusión de este epígrafe podemos resumirla con la siguiente paráfrasis: de lo que nada se puede decir es mejor callar. Creemos que la más prudente interpretación de la mecánica cuántica sigue siendo, a día de hoy, la del físico danés Bohr: la complementariedad. La medición del fenómeno cuántico es inevitablemente clásica; lo que podemos decir del fenómeno cuántico es siempre desde el lenguaje y el aparataje de la mecánica clásica; sin embargo, lo que ocurre entre la medición de estados clásicos es un *Abgrund*²⁸, un abismo del ser, del lenguaje y la epistemología, y un atisbo del modo en el que la naturaleza brota: en la ocultación (el “*Kriptesthai filei*” de Heráclito). Nada óntico, cuantificacional, puede decirse de aquello que sea entre estados clásicos, ni onda ni partícula, lo que lleva a la tesis de Bohr no sólo a ser anti-metafísica y, por lo tanto, anti-realista, sino además ontológica (entendida ontología desde la diferencia óntico-ontológica, no la ontología del realismo ingenuo de la filosofía de la ciencia en general). La interpretación probabilística de la función de onda es una excelente herramienta matemática, de cálculo, para intentar predecir estadísticamente el comportamiento de objetos microscópicos: electrones, fotones, átomos... pero no es más que una herramienta auxiliar que de ningún modo habla acerca de lo que la naturaleza sea; no es lícito hacer un salto indebido desde la herramienta de cálculo a la esencia de la naturaleza, la cual permanece siempre inefable. Con Bohr proponemos que, antes de abrir la caja de Schrödinger, no hay ni gato ni sistema; antes de abrir

27. Bohr, N.: cita en Petersen, A., “The Philosophy of Niels Bohr”, *Bulletin of the Atomic Scientist*, 7 pp. 299-310 (1963).

28. Cf. Escudero, J.A.: *El lenguaje de Heidegger. Diccionario filosófico 1912-1927*. Barcelona: Ed. Herder, 2009, p. 37: “(...). El concepto de ‘abismo’ (*Abgrund*, que a veces también se escribe con la grafía *Abgrund*) se contrapone al de fundamento (*Grund*) para señalar que el ser sólo se puede pensar desde el abismo inicial y primigenio (*Urgrund*), es decir, como algo que no se fundamenta en nada previamente existente (Dios, idea, substancia, etcétera). Así, el ser —que emerge de esta nada primigenia— se convierte en condición de posibilidad de toda manifestación.”

la caja es lo que no. La continuidad que ofrece aplicar la mecánica ondulatoria a los fenómenos cuánticos es una ficción útil para nuestro mundo técnico, hace que el mundo cuántico sea manejable para los intereses del ser humano, hace del objeto cuántico una disponibilidad más de la esencia de la técnica, el *Ge-stell*: el resto de interpretaciones, la de los múltiples universos, la de la conciencia o, en sí, la realista de los “caballeros de la continuidad”, tiende a una metafísica contemporánea, construida por físicos y filósofos de la ciencia ajenos a las corrientes post-metafísicas del pensamiento. Así pues recalamos que la interpretación de Bohr de la mecánica cuántica es la más cercana a la posición de Wittgenstein en epistemología o a la del Heidegger de la *Destruktion* de la metafísica.

Así el “no” de Bohr a la interpretación realista de la mecánica cuántica remite, en su raíz, como hemos comentado más arriba en una nota al pie, al gran problema que el sofista Gorgias introdujo en la historia del pensamiento de Occidente, el del “no “del ser: “No hay mundo cuántico”, lo que equivale a decir que no hay ser y, en términos heideggerianos, que hay una diferencia entre ser y ente. El ente que es el mundo cuántico no es, no hay; cuando éste se “retrae”, sólo queda el ser como desistimiento (*nichten*)²⁹ del todo de lo ente; no obstante el objeto cuántico, dada su dualidad e indeterminación, dado también su carácter holista en la complementariedad, no puede ser considerado un objeto frente a un sujeto sino más bien, desde la posición poética que es el *Dichtung*, un ente que muestra su esencia como retracción, su diferencia con respecto a su condición de posibilidad no mensurable en estados clásicos y, tal vez con mucho, interpretable con las herramientas del cálculo de probabilidades. Proponer que no hay mundo cuántico no tiene por qué situarnos, como si sólo pudiéramos bascular entre dos polos, el subjetivista o el objetivista, en un bando idealista y neopositivista acerca de lo real; decir “no” a la creencia de que el mundo se comporta según una teoría matemática puede suponer querer negar una metafísica de fondo y rescatar el diferir óntico-ontológico. Decir “no hay” es entender que el ser no es un objeto del que poder caracterizar su verdad como cosa ahí fuera existente, inaccesible e independiente al conocimiento del ser humano; no se trata si quiera de una tara epistemológica, ni tampoco de indicar una incapacidad humana para alcanzar lo que el ser es como si fuera una cosa que siempre se nos escapa; el “no” del desistir es lo

29. A causa del desistir (*nichten*), a la hora de interpretar a Heidegger, ha habido muchos problemas y malentendidos tal vez, por el modo ambiguo en el que el autor ha articulado su terminología: tachando el ser o, simplemente, denominándolo como nada, como ya comenta Deleuze en una extensa nota a pie de página en Deleuze, G.: *Diferencia y Repetición*, op.cit., pp. 112-114. Y es que, como anteriormente hemos visto en el epígrafe sobre la diferencia ontológica, el “no” que desiste no hace referencia a una negatividad, sino al elemento diferenciante que mantiene y reúne las instancias del ser y del ente: “Hay como una apertura, una dilatación, un pliegue ontológico que refiere al ser y la cuestión el uno al otro: en esta relación el no-ser es la diferencia misma. El ser es también no-ser, pero el no-ser no es el ser de lo negativo, es el ser de lo problemático, el ser del problema y la pregunta. La Diferencia no es lo negativo, por el contrario el no-ser es la Diferencia. ¿El no-ser debería más bien escribirse (no)-ser, o, mejor aún?-ser.”

que el ser mismo es: no es Dios, no es “cuanto de acción”, no es función de ondas, no es partícula, no es materia, no es espíritu; es aquello que posibilita toda verdad y, en el acto de ofrecerla, se oculta en ella, en lo ente, sólo que el ente es más propiamente él cuando muestra semejante retracción de su ser, como creemos que ocurre en el caso de la mecánica cuántica.

5-El fondo telúrico de las investigaciones científicas en la mecánica cuántica: ¿sería posible el poetizar (*Dichtung*) en la investigación científica de la física teórica actual?

Llegados a este punto estamos en condiciones de preguntarnos por qué asociar lo poético al modo en que la verdad científica acaece en la mecánica cuántica. Como hemos visto antes la verdad científica deriva de un modo más originario, en Heidegger, de entender la esencia de la verdad: la verdad como Alétheia, como des-ocultamiento. Es ésta precisamente, la Alétheia, aquello que tiene en común toda forma de conocimiento, artístico o científico: el desocultar, el llevar ahí presente a un claro. Este claro es lo único que asegura la vía de acceso al ente. Pero sostiene Heidegger³⁰ que en el obrar de la obra de arte acontece lo bello. Que en ese obrar se da cita la esencia de la verdad como el juego de la ocultación y de la des-ocultación de lo ente gracias a un acontecimiento. Y es este acontecer de la verdad en la obra lo bello pero, claro está, alejado de todo sentimiento estético de placer o displacer.

Sin embargo, nos advierte que el modo de acontecer de la verdad en la obra de arte no es el de la ciencia. En la ciencia físico-matemática, para Heidegger, aún se está preso de una metafísica de la representación subjetiva, donde la verdad se entiende como adecuación del pensamiento a la cosa. Es en la aserción misma del proceder científico donde se halla la verdad; y no sólo esto, sino que la verdad científica, amparada por la actual era de la técnica dispone al ente³¹, lo emplaza a su criterio y se enseñoa de él para degradarlo de ente a mera existencia. Es aquí donde entra en juego, según Heidegger, la esencia del mundo técnico: un disponer en el que la subjetividad humana encubre la libre y mutua relación con el ser de los entes como acontecimiento, para forzarlo a estar disponible para sus necesidades. Este modo de encubrir olvida el fondo abismático desde el que acaece en su esencia la verdad, el venir a presencia en el claro. Lleva al olvido del ser y, en consecuencia, la verdad científica se impone ópticamente como si fuera el fundamento trascendental y ontológico de la totalidad de lo ente. Si hay verdad es solo la de las ciencias físico-matemáticas.

6-La ambigua consideración de Heidegger sobre la mecánica cuántica: el problema de la objetualidad y el cálculo.

Heidegger no estaba, en absoluto, desinformado acerca de la mecánica cuántica, según

30. Cf. Heidegger, M.: *Caminos del Bosque*, “El origen de la obra de arte”, p. 58

31. Cf. Heidegger, M.: *Conferencias y Artículos*, “La Pregunta por la Técnica”: Barcelona, Ediciones del Serbal, 1994. pp. 9-37

cuenta Glazerbook en su obra, *Heidegger's Philosophy of Science*³², hay un testimonio de Carl von Weizsäcker³³, acerca de un encuentro entre Heisenberg y Heidegger en el que se asegura que el de Messkrich ostentaba unos considerables conocimientos acerca de física y biología y que, además, era capaz de mantener de manera profunda una discusión acerca de puntos cruciales sobre estos asuntos con importantes científicos del momento.

El interés de Heidegger por la mecánica cuántica queda de manifiesto sobre todo en Ejercitación del pensamiento filosófico³⁴; allí encontramos interrogantes acerca de lo que supone la mecánica cuántica para la filosofía y de si puede ser considerada, en sí misma, como un tipo de filosofía³⁵. Las respuestas a estas preguntas son algo ambiguas en el texto. No queda muy claro si se trata de una mera interpretación filosófica, si es un "tipo de filosofía"³⁶ o, en cambio, de algo relevante que puede servir de "contribución a la filosofía". Sólo podemos decir que aquí el autor parece distinguir entre "filosofía" y "Filosofía"³⁷ y, tal vez, aventurar que la primera pueda referirse a la "interpretación" de la mecánica cuántica y la segunda al pensar como tal (el *Denken* heideggeriano). Ya sea así o no, lo cierto es que nuestro autor deja bien claro que, al menos, "la mecánica cuántica es decisiva al renunciar a la objetividad del acontecer natural". El imperio de la metafísica de la representación de la época moderna y clásica, que sitúa al objeto frente al sujeto, se desmorona porque el modo de darse o "la forma de manifestación del objeto atómico", en tanto que partícula o campo, es "disyunto". La representación de lo que la naturaleza sea, como aquello objetivo que se presenta a un sujeto, queda desplazada por la imposibilidad de formar una noción "completa" de la naturaleza, no sólo a causa de la dualidad onda-partícula, sino también por la incertidumbre al pretender hallar la trayectoria o el "impulso"³⁸ del objeto cuántico, de tal manera que "el estado global de un sistema jamás es completo"³⁹.

Según Gómez Pin⁴⁰, lo que en un principio en este texto se quiere poner en claro es que la mecánica cuántica no es "filosofía", pero no obstante se ve irremediamente atrapada en el asunto de la filosofía pues, necesariamente, tiende a interpretar la phýsis de modo que choca con la forma convencional de asumir la filosofía. No obstante,

32. Glazerbook, T.: *Heidegger's Philosophy of Science*. New York: Fordham University Press, 2000, p.248.

33. Discípulo de Heisenberg y Bohr.

34. Se trata de los ejercicios de unos seminarios recogidos en la Gesamtausgabe: Heidegger, M: *Vom Wesen der Sprache. Zu Herders Abhandlung "Über den Ursprung der Sprache"*. Freiburger Seminar Sommersemester 1939, GA 85, Eds. Schüßler, I., Vittorio K., Frankfurt del Meno, 1999. Traducido en español como *Ejercitación del pensamiento filosófico*, tr. Ciria, A: Ed. Herder, Barcelona, 2011.

35. Ib. p. 88

36. Idem

37. Idem

38. Ib. p. 86

39. Idem

40. Gómez Pin, V. [en línea]: "La propuesta heideggeriana de ejercitación filosófica sobre la mecánica cuántica (I)"

estas interpretaciones, que para Heidegger nacen de la actitud de las ciencias hacia la filosofía, parten de un error de base. Aventuramos que se trata de la aplicación de los criterios clásicos y modernos de la teoría del conocimiento a un intento filosófico de explicar la mecánica cuántica y que, como acabamos de señalar, culminan en filosofías de la ciencia: la objetualidad, la verdad como adecuación, la representación, la logificación del pensar, además de la obstinación por construir metafísicas basadas en interpretaciones de cálculos⁴¹. Parece que, como bien señala Gómez Pin, encontramos una doble tesis que minimiza el papel de la mecánica cuántica⁴² como filosofía de la ciencia pese a que, sin embargo, en un principio la ha caracterizado como “decisiva al renunciar a la objetividad general”: en primer lugar, como la “ciencia no piensa”⁴³, sólo calcula, la interpretación de la mecánica cuántica proviene de una disciplina exterior a ella, la filosofía; en segundo lugar, como venimos señalando, sería una filosofía establecida aún en la objetualidad de la modernidad: el positivismo lógico, el neokantismo, etc.

El problema aquí consiste en que Heidegger considera que la ciencia es el lugar del que procede la técnica⁴⁴; y ya que la esencia de la ciencia consiste en “*la proyección matemática de la naturaleza*”⁴⁵, del cálculo, y ya que el cálculo no obedece a otra cosa que al aseguramiento de la naturaleza, la esencia de la técnica y por ende, la mecánica cuántica, o su interpretación como “*filosofía*” en minúsculas, suponen en última instancia la “*dis-posición*” del todo de lo ente a lo humano: la objetualidad que deviene existencias almacenables, tal y como leemos en *La pregunta por la técnica*.

¿Pero por qué no considerar que también podemos encontrar un modo esencial de entender la verdad, en el que nos las veamos en nuestra relación con el darse de lo ente dejándolo ser en libertad en el plano de las ciencias físico-matemáticas? ¿No supone, por ejemplo, la investigación científica en la mecánica cuántica un abrir mundo desde un fondo telúrico, opaco, que se resiste a ser traído a la presencia del sentido, donde lo ente que en la experimentación acaece se hace indómito, ambiguo y, por ende, no termina de cerrarse mediante un solo paradigma? Queremos concluir exponiendo que en la labor del científico, tras el paradigma que inauguran la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad, se esconde una actividad poética, de las que pone en obra la verdad. El quehacer científico también puede ser poético, pero en el sentido heideggeriano de poema (*Dichtung*), una aserción ésta con la que el filósofo de Messkirch no estaría nada de acuerdo; no obstante, para concluir con nuestra “*ejercitación filosófica*”, podríamos entender el acto de la interpretación de la física cuántica como un arte del pensar la naturaleza y, si esto es así, “*Todo arte es en esencia*

41. Cf. Heidegger, M.: *Ejercitaciones...*, p. 90.

42. Gómez Pin, V. [en línea]: “La doble tesis de Heidegger sobre la mecánica cuántica”.

43. Heidegger, M.: *¿Qué significa pensar?* Trad. de Raúl Gabás Pallas. Madrid:Trotta, 2005.

44. Glazebrook, T.: *Heidegger's Philosophy of Science*, p. 249.

45. Idem

*un poema en tanto que un dejar acontecer la llegada de lo ente como tal*⁴⁶. El poema aquí hace referencia al proyecto esclarecedor de desocultamiento que despliega un espacio abierto, el lugar donde lo ente puede acaecer conservando su esencia a la vez que la oculta con su presencia. Experimentar de manera que, dependiendo del experimento a realizar, pueda acontecer lo ente como corpúsculo o como onda es, sin duda, poetizar, ya que el investigador asiste a un acaecer en el experimento que muestra aquello otro no mensurable, lo otro indecible, que es la esencia de lo cuántico y, en definitiva de todo ente: el ser.

*“El decir que proyecta (el poema, Dichtung) es aquel que al preparar lo que se puede decir trae al mismo tiempo al mundo lo indecible en cuanto tal”*⁴⁷.

46. Heidegger, M., Op. Cit., *Caminos del Bosque*, “El origen de la obra de arte”, pg. 58.

47. Ibid. p. 53

BIBLIOGRAFÍA

- Arana, J.: *Materia, universo, vida*. Madrid: Tecnos, 2001.
- Bombal, F.: "La Ciencia en el siglo XX," *Seminario "Orotava" de Historia de la Ciencia*, pp. 115 y 146. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. Enero, 1999
- Diéz, J.A., y Moulines, U.: "La revuelta historicista de la naturaleza sincrónica de las teorías" en *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*. Madrid: Ed. Ariel, Barcelona, 1997, p. 309.
- Escudero, J.A.: *El lenguaje de Heidegger. Diccionario filosófico 1912-1927*, Barcelona: Ed. Herder, 2009
- Gómez Pin, V. [en línea]: "La doble tesis de Heidegger sobre la mecánica cuántica" en El Boomeran(g): blog literario en español, <http://www.elboomeran.com/blog-post/6/12491/victor-gomez-pin/la-doble-tesis-de-heidegger-sobre-la-mecanica-cuantica/> [Consultado: 17/11/2015].
- Gómez Pin, V. [en línea]: "La propuesta heideggeriana de ejercitación filosófica sobre la mecánica cuántica (I)" en El Boomeran(g): blog literario en español, <http://www.elboomeran.com/blog-post/6/12486/victor-gomez-pin/la-propuesta-heideggeriana-de-ejercitacion-filosofica-sobre-la-mecanica-cuantica-i/> [Consultado: 17/11/2015].
- Gómez Pin, V. [en línea]: "La propuesta heideggeriana de ejercitación filosófica sobre la mecánica cuántica (II)" en El Boomeran(g): blog literario en español, <http://www.elboomeran.com/blog-post/6/12487/victor-gomez-pin/la-propuesta-heideggeriana-de-ejercitacion-filosofica-sobre-la-mecanica-cuantica-i-i/> [Consultado: 17/11/2015].
- Glazebrook, T.: *Heidegger's Philosophy of Science*. New York: Fordham University Press, 2000.
- Glazebrook, T.: "Why read Heidegger's Philosophy of Science?" en *Heidegger on science*, State University of New York press, Albany, 2012, pp. 159-192
- Globus G.: "Bohr, Heidegger, the unspeakable and dis-closure" en *NeuroQuantology*, Volume 11, Issue 2, June 2013, pp. 171-180.
- Hanson N. R., "Observation and Interpretation", en Morgenbesser (ed.) (1967), *Philosophy of Science Today*, Basic Books, Nueva York, 89-99.
- Heidegger, M.: Gesamtausgabe. Band 5: *Holzwege*, Vittorio Klosterman, Frankfurt, 1984. (*Caminos del Bosque*, "El origen de la obra de arte", Tr. Helena Cortés y Arturo Leyte, Ed. Cast.: Alianza Editorial, Madrid, 1998).
- Heidegger, M.: Gesamtausgabe. Band 85: *Vom Wesen der Sprache. Zu Herders Abhandlung "Über den Ursprung der Sprache"*. Freiburger Seminar Sommersemester 1939, Eds. Schüßler, I., Vittorio K., Frankfurt del Meno, 1999. (*Ejercitación del*

pensamiento filosófico, Tr. Ciria, A: Ed. Herder, Barcelona, 2011).

Heidegger, M.: *Ser y Tiempo*. Madrid: Trotta, 2009. (trad. Jorge Eduardo Rivera Cruchaga)

Heidegger, M.: *Hitos [Wegmarken]*. "Sobre la esencia y el concepto de la phýsis, Aristóteles, Física B. I., Ed. Alianza, Madrid, 2000. Tr. Helena Cortés y Arturo Leyte.

Heidegger, M.: *Conferencias y Artículos*, "La Pregunta por la Técnica". Barcelona: Ediciones del Serbal, 1994.

Heidegger, M.: *¿Qué significa pensar?* Trad, de Raúl Gabás Pallas. Madrid: Trotta, 2005.

Kuhn. T. S.: *The Structure of Scientific Revolutions*, U. Chicago P., Chicago (1ª ed. de 1962); 2ª ed., incluyendo el Postscriptum, de 1970.

Navajo Rojas, O.: "El surgimiento de la complementariedad: Neils Bohr y la Conferencia de Como" *Rev. Filosofía Univ. Costa Rica*, XLVIII (123-124), 65-76, Enero-Agosto 2010 / ISSN: 0034-8252

Sánchez Ron, J.M.: "La filosofía de los creadores de la mecánica cuántica", *La filosofía de los científicos*, Sevilla, Thémata, Vol 14, 1995, pp. 197-221.

Skalar, L. *Philosophy of Physics*, Westview Press, 1992 (Skalar, L. *Filosofía de la física*, Ed.cast.: Alianza Editorial, Madrid, 1994, tr. Ulloa, R. A.)