

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XV JORNADAS

VOLUMEN 11 (2005)

TOMO I

Horacio Faas

Aarón Saal

Marisa Velasco

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Potencialidad ontológica y la teoría cuántica

*Christian de Ronde**

1 Introducción

Desde el comienzo de su historia, el concepto de potencialidad ha ocupado una posición fundamental en el pensamiento de occidente. Su relación con lo actual ha sido uno de los primeros, y tal vez, aún no resueltos problemas de la filosofía. La concepción habitual es que lo real se reduce a aquello que es actual, de esta forma, la idea de posibles no actualizados es rechazada. Un claro ejemplo de ello lo da Bas van Fraassen (1980) quien expresa respecto de su propia interpretación modal la idea de que *solo existe una realidad actual y que las modalidades se encuentran en las teorías, no en el mundo*. Analizaremos en el siguiente trabajo las posibilidades que surgen en la interpretación de la mecánica cuántica referidas al concepto de potencialidad.

2 El concepto de potencialidad en física clásica

En física clásica, la tradición asume que sólo aquello que es *actual* puede ser considerado como *real*. Llamaré al concepto de potencialidad que se deriva de lo actual: *potencialidad clásica*. Éste concepto ha sido utilizado desde el comienzo del pensamiento occidental; sin embargo no se encuentra exento de fuertes presuposiciones en el ámbito de la interpretación. Aristóteles criticó fuertemente a los megáricos, quienes mantenían que la potencialidad sólo existe en tanto actualidad; su lógica, sin embargo, fue interpretada siguiendo los mismos pasos.

2.1 Lógica clásica

Tal vez la primera presentación de la idea de potencialidad clásica puede ser encontrada en el famoso poema de Parménides y su exposición del *principio lógico de no contradicción*¹. Este principio esconde una ontología donde lo actual, lo determinado, se presenta como fundamento de toda forma de pensamiento. El principio de no contradicción evita la posibilidad de pensar aquello que se encuentra indeterminado, *todo debe ser en tanto que es, o no ser*. El espectro se resume, se amputa ante la posibilidad de lo indeterminado.

Del mismo modo, en lógica clásica, las proposiciones encuentran su determinación en las tablas de verdad: una proposición resulta entonces *verdadera* o *falsa*. El principio de no contradicción esconde detrás de sí el *principio de identidad*: si *A* es *A*, entonces *A* no puede ser *no A*. Este presupuesto se nos presenta como una intuición incuestionable. Sin embargo, existen muchos caminos a la hora de 'elegir'. Una lógica exenta del principio de no contradicción no se encuentra condenada al *sinsentido*; muy por el contrario, del mismo modo en que la geometría no euclídea, resulta un sistema en pie de igualdad al de la geometría euclídea, las lógicas carentes de éste principio pueden sostener cierto 'sentido'.

* Center Leo Apostel and Foundations of the Exact Sciences, Brussels Free University.

cderonde@vub.ac.be

Epistemología e Historia de la Ciencia, Volumen 11 (2005)

La geometría riemanniana atenta contra el "sentido común": en ella la idea de que *dos paralelas no se cruzan* es dejada de lado. Los matemáticos anteriores buscaban una demostración *ad absurdum* de la imposibilidad de desprenderse del quinto axioma euclídeo; en su lugar, Riemann erigió un nuevo sistema en geometría tan consistente como su predecesor. Este *sinsentido* que es la geometría riemanniana, hizo posible el desarrollo de la teoría de la relatividad, una de las más bellas teorías creadas por el hombre; del mismo modo, una lógica carente del principio de no contradicción puede abrir las puertas de la mecánica cuántica.

El principio de no contradicción hace explícita la negación de aquello que se presenta indeterminado; ha creado al mismo tiempo un sendero "seguro" que ha seguido el pensamiento occidental a través de centurias. Este es el camino de la *objetividad*. La idea de objeto se sustenta en la estabilidad del *ser*, en la posibilidad de adjudicar a una entidad una serie de propiedades que la determinan. La problemática de dar cuenta del *movimiento*, del *devenir*, se nos presenta en este contexto como un elemento fundante. No debemos olvidar en nuestro análisis que es esta concepción *metafísica*, entitativa del *ser*, aquella que ha determinado nuestra visión física del mundo (Vattimo, 1986, pp.59-92).

2.2 Mecánica clásica

La mecánica clásica resulta desde ésta lectura la generalización física de los presupuestos de la lógica, la conclusión *ontológica* de lo *determinado*. La estructura del espacio de fases (emparentada con la lógica clásica) permite asegurar una resolución evidente al problema de la 'determinación del objeto': el objeto no es más que el conjunto de propiedades que inhieren en él. La estructura lógica asegura que para toda propiedad se cumple la *pertenencia* o su *negación*. Una vez más, todo es resumido a lo *actual*, tanto aquello que *es* como aquello que *no es*. Sólo es posible pensar lo *determinado*².

2.3 Mecánica estadística clásica

La mecánica estadística presenta el concepto de probabilidad en relación a la 'falta de conocimiento', en este caso la determinación de la actualidad se transporta al espacio muestral. La potencialidad queda resumida en la posible actualidad del resultado. Desafortunadamente, esta visión de la probabilidad como forma de objetivación no se encuentra vedada a los problemas de interpretación:

El concepto matemático de probabilidad se generó a partir de la necesidad de mantener objetivo, tal lejos como fuera posible, la expectación subjetiva de un resultado singular. Para ello esta expectación debe ser reemplazada por la frecuencia promedio objetiva de un evento cuando se repite bajo las mismas condiciones. Se asume que cuando el número de repeticiones es grande, la probabilidad de un evento A difiere muy poco del cociente m/n , donde n es el número de repeticiones, y m el número de ocurrencias de A. De éste modo encontramos que la expectación singular genera su objetividad a partir de la pluralidad de eventos. Un análisis detallado de los hechos no resulta sencilla; en particular la transición desde la formulación lógico-matemática a la experiencia determina profundos problemas epistemológicos. (Pauli, 1994, p.43)

Lo que nos interesa remarcar aquí es que los nuevos problemas surgen como plantea Cassirer³:

... a partir del hecho de que en el enfoque de probabilidad, en la teoría cinética de gases, debemos dejar de lado los enunciados concernientes al comportamiento de las partículas individuales, y solo referimos al efecto general del gas como un todo. (Cassirer, 1956, p.77)

En otras palabras, debido a que la potencialidad es observada como *posibles actuales*, una visión holista del problema se encuentra totalmente desterrada. Otra vez, nuestra visión como científicos de lo potencial, inclusive en el nivel estadístico, es en términos de la actualidad.

3 El concepto de potencialidad ontológica

Ha sido argumentado que las probabilidades en mecánica cuántica no son epistémicas sino ontológicas. Wolfgang Pauli escribe:

Fue la mecánica cuántica la primer teoría capaz de determinar la existencia de probabilidades primitivas en las leyes de la naturaleza, las cuales no admiten una reducción a las leyes de la naturaleza, lo cual impide una reducción a leyes naturales determinísticas por medio de hipótesis auxiliares, como por ejemplo es permitido en mecánica clásica con las probabilidades termodinámicas. Esta consecuencia revolucionaria es vista como irrevocable por la gran mayoría de los teóricos de la física moderna - primeramente por M. Born, W. Heisenberg y N. Bohr, con los cuales me permito asociar. (Pauli, 1994, p.46)

En esta sección analizaremos en que sentido estas probabilidades ontológicas son necesarias para la mecánica cuántica y dónde reside la importancia del concepto de potencialidad en tanto *potencialidad ontológica*, independiente de lo actual.

3.1 Potencialidad de la no acción

Giorgio Agamben nos presenta el problema de la potencialidad según fue anunciado por Aristóteles en *De Anima*:

... Del por qué no existe sensación de los sentidos en sí mismos. Porque es que, en la ausencia de objetos externos, los sentidos no presentan sensación alguna, aún cuando contienen fuego, tierra, agua, y los demás elementos de los cuales existe sensación. Esto sucede debido a que la sensibilidad no es actual sino únicamente potencial. Esto es el por qué no presenta ninguna sensación, así como el combustible no se quema por sí mismo, sin un principio de combustión; de otro modo se quemaría por sí mismo y no necesitaría ningún fuego actual. (Aristóteles)

Agamben nos enseña que el pasaje resume el significado del problema de "poseer una facultad", que es el problema mismo de la potencialidad. Donde el punto límite se encuentra en el modo de existencia de una privación, donde el ser y no ser se encuentran.

Lo esencial es que la potencialidad no resulta simplemente no-ser, simple privación, sino más bien la existencia de no-ser, la presencia de una ausencia; esto es lo que llamamos "facultad" o "poder". Poseer una facultad significa tener una privación. La potencialidad no resulta una hipótesis lógica sino el modo de existencia de esta privación.

Pero cómo es posible que una ausencia se encuentre presente, cómo puede existir una sensación en anestesia? Éste es el problema que interesa a Aristóteles. (Agamben, 1999, p.183)

Aristóteles distingue entre dos tipos de potencialidad. Primeramente, *potencialidad genérica*, que es aquella por la cual, por ejemplo, una semilla puede transformarse en árbol; este sentido genérico no es el que interesa a Aristóteles sino más bien la segunda posibilidad, la *potencialidad en tanto existencia*. El poeta tiene la capacidad de no-escribir poesías. Lo importante aquí es el modo de existencia de la potencialidad; no es sólo la potencialidad de hacer esto o aquello sino más bien la potencialidad de no-hacer, *potencialidad de no ser*, de no pasar a lo actual. Lo que es potencial es capaz de *ser y no ser*. En el libro de la *Metafísica*, Aristóteles busca acercarse a la figura de esta privación.

La impotencialidad es una privación contraria a la potencialidad. De este modo toda potencialidad es impotencialidad de lo mismo con respecto a lo mismo. (Aristóteles, 1046, e25-32)

Agamben nos introduce nuevamente con el significado de esta frase:

Significa que en su estructura original, *dynamis*, potencialidad se mantiene a sí misma en relación a su propia privación, su propia steresis, su propio no-ser. Esta relación constituye la esencia de la potencialidad. Ser potencial significa: ser la propia falta de uno, encontrarse en relación con la propia incapacidad. Los seres que existen en el modo de potencialidad son capaces de su propia impotencialidad y sólo en este sentido devienen potenciales. Pueden ser debido a que se encuentran en relación con su propio no-ser. En potencialidad, sensación se encuentra en relación con anestesia, conocimiento a ignorancia, visión a oscuridad. (Agamben, 1999, p.182)

El análisis detallado de Agamben referido al concepto de potencialidad nos presenta una nueva forma de analizar uno de los problemas más importantes de la ciencia del último siglo. la interpretación de la mecánica cuántica. Heisenberg (1958) llamó la atención sobre el concepto de *potentia* como fue acuñado por Platón; sin embargo, su concepción de la realidad se detuvo en una visión positivista: "En los experimentos sobre eventos atómicos tenemos que tratar con cosas o hechos, con fenómenos que son tan reales como cualquier fenómeno en la vida diaria." Y agrega: "Pero los átomos o las partículas elementales no son tan reales, forman un mundo de potencialidades o posibilidades en lugar de uno de cosas o hechos." En contraposición, creemos que lo potencial en tanto ontológico, es el punto central de la teoría cuántica. *El ser se dice de distintas maneras*. La importancia del concepto de *potencialidad ontológica* reside en que no puede ser reducido a lo *actual*, en que nos presenta con otra forma del *ser*, con la necesidad de considerar lo potencial independientemente de lo actual. Como expresa también Pauli:

Creo que la ciencia a alcanzado hoy un nivel del cual puede proceder (si bien en una manera todavía no del todo clara) por el camino iniciado por Aristóteles. Las características complementarias del electrón (y el átomo) (onda y partícula) son de hecho "ser potencial" pero uno de ellos es siempre "no-ser actual." Este es el motivo por el cual uno puede decir que la

ciencia, que ha dejado de ser clásica, resulta por primera vez una genuina teoría del devenir y ya no más una teoría Platónica. (Pauli, 1994, p.46)

3.2 Indeterminación cuántica

Werner Heisenberg (1927) presentó sus relaciones de indeterminación en 1927. Arribó a esta formulación luego de hablar con Einstein, quien le expresó que "sólo la teoría es la que nos dice que es aquello que puede ser observado"; la teoría expresa las condiciones de posibilidad de la experiencia. Nuestra concepción de la realidad se encuentra modelada de esta forma por la teoría misma que determina las condiciones epistemológicas sobre las que provee 'sentido'.

Desafortunadamente, Heisenberg eligió una manera por lo menos oscura para expresar estas condiciones definidas por la estructura de la teoría; la indeterminación en este caso fue mostrada mediante 'gedanken experiments', los cuales son expresión de una imposibilidad *experimental* en contraposición a un análisis sobre las condiciones que hacen posible la forma de experiencia demandada por la teoría.

El principio de indeterminación expresa la imposibilidad de tener observables incompatibles con valores definidos simultáneamente. Esto implica que el concepto substancialista de objeto clásico debe ser redefinido o tal vez, inclusive, abandonado⁴.

Erwin Schrödinger (1935) presentó en 1935 su famoso artículo en el que se analiza el problema de la no-separabilidad en la formulación cuántica. Más adelante, Diederik Aerts (1981) demostró en el formalismo axiomático de la lógica cuántica que no es posible describir entidades separables. La estructura cuántica se encuentra lejos del *ser* parmenídeo y de la lógica clásica; su formalismo expresa más bien el *devenir* heraclíteo y una lógica de lo indecible (de Ronde, 2005). La teoría cuántica presenta el *movimiento* de correlaciones que transcurren desde diferentes perspectivas, donde la noción de sujeto-objeto debe ser impuesta al formalismo. Su estructura impide la consideración metafísica del ente, siquiera en forma de correlaciones⁵.

3.3 Disjunción cuántica

Una buena expresión del significado del concepto de potencialidad ontológica puede encontrarse en Aerts *et al* (2000). Clásicamente, la disjunción es tomada como disjunción de actualidades; i.e. en la tabla de verdad las proposiciones son analizadas desde su valor de verdad. Toda proposición tiene un valor de verdad determinado. La imposibilidad de tal *reductio* en mecánica cuántica nos presenta con otra lógica, con otro *sentido*

Veamos esto en más detalle, en mecánica cuántica si a ó b son *verdaderas* se desprende que $a \vee b$ es *verdadera*; sin embargo, en mecánica cuántica la implicación inversa no se sostiene: $a \vee b$ puede ser *verdadera* sin que a ó b sean *verdaderas*. Esto muestra que la disjunción cuántica no puede ser interpretada en el mismo sentido que la clásica. Dadas dos proposiciones a y b *relativas a P* (un estado cuántico), la entidad cuántica puede estar en el estado P_i de forma tal que $a \vee b$ es verdadera sin que a sea verdadera o b sea verdadera. En lógica clásica las operaciones lógicas pueden ser definidas mediante tablas de verdad, las cuales también pueden ser introducidas en el caso de proposiciones cuánticas compatibles. Si considera-

mos el experimento $a \wedge b$ decimos que la conjunción $a \wedge b$ es verdadera si al realizar el experimento $a \wedge b$ obtenemos que el estado de la entidad cuántica es tal que el resultado del experimento será con certeza (sí, sí). De igual modo, decimos que la disjunción $a \vee b$ es verdadera si al realizar el experimento $a \vee b$, el resultado es con certeza (sí, sí), (sí, no) ó (no, sí). Supongamos ahora que nos encontramos en una situación donde existen correlaciones de tipo EPR con respecto a las proposiciones a y b . Esto significa que el estado de la entidad es tal que la medición $a \wedge b$ siempre da por resultado (sí, no) o (no, sí). Como consecuencia $a \vee b$ es verdadera. Sin embargo, resulta evidente que ni a ni b son verdaderas en general, lo cual muestra que a ó b no son verdaderas. La posibilidad de tales estados correlacionados hace que la disjunción cuántica difiera de la disjunción clásica.

La distinción expresada aquí resulta análoga a la presentada respecto al concepto de potencialidad. La potencialidad clásica abraza la idea de que si $a \vee b$ es verdadera entonces a ó b debe ser verdadera. Nuestro concepto diario de actualidad nos hace pensar que la actualidad de cierta potencialidad nos lleva necesariamente a la actualidad de los elementos que la constituyen. En este caso el concepto de potencialidad ontológica nos enfrenta con la idea de que en general ni a ni b son verdaderas, lo cual nos muestra que a ó b no es verdadera.

3.4 Función de onda cuántica

El problema fundamental de la mecánica cuántica se reduce a la siguiente pregunta: "¿qué significado conlleva la función de onda cuántica?" Esta es la pregunta que no ha encontrado todavía una respuesta satisfactoria.

Giorgio Agamben plantea el sujeto de su análisis referido a la potencialidad como un trabajo para entender el significado del verbo "poder". Que quiero decir cuando digo: "puedo, no puedo"

Para todos llega un momento en el cual él o ella deben decir este: "yo puedo" el cual no se refiere a ninguna certeza o capacidad específica pero resulta, de cualquier modo, completamente demandante. Más allá de todas las facultades, este "yo puedo" no significa nada - y sin embargo marca, para cada uno de nosotros, tal vez la más dura y amarga experiencia posible: la experiencia de la potencialidad. (Agamben, 1999, p.178)

Creemos que en el concepto de potencialidad determina un sentido apenas estudiado en la ciencia moderna y nos presenta un abordaje original al problema interpretacional de la teoría cuántica (de Ronde 2003, 2004, 2005). Veamos que podemos decir al respecto.

La función de onda cuántica expresa un nivel descriptivo negado por una concepción moderna de lo actual, lo determinado. En primer término plantea la imposibilidad de concebir el objeto clásico. "Hablar de 'la función de onda de un sistema' es un error sintáctico. Una función de onda no es una propiedad en ningún sentido clásico, sino que da mayor información respecto al experimentador. [...] Una función de onda no dice más del acto de medición que del resultado. Es un verbo, no un noun, tratarla como una cosa es un error en sintaxis."6 En segundo término, nos enfrenta con el concepto de elección como forma de conocimiento. Como predeterminación de aquello que se objetiva. No es el objeto lo que queda en primer plano sino el acto mismo de objetivar. La función de onda no expresa

propiedades sino facultades de aquello que puede ser experimentado. Es en este sentido que la cuántica no es sino la teoría de lo potencial en tanto ontológico.

Resulta importante remarcar el contraste con la 'ciencia actualista', en la cual conceptos como elección o libertad carecen de sentido.

... tenemos la ilusión de que podemos realizar cualquier experimento que queramos. Todos nosotros sin embargo venimos del mismo universo, hemos evolucionado con él, y no tenemos realmente ningún tipo de "libertad" real. Dado que obedecemos ciertas leyes y hemos venido de un cierto pasado. (Feynman, 1982)

Contrariamente a esta posición, seguiré los pasos de Agamben, quien escribe que la libertad se encuentra en el abismo de la potencialidad:

Ser libre no es simplemente tener el poder de hacer esto o aquello, tampoco es tener el poder de rehusar hacer esto o aquello. Ser libre es, en el sentido que hemos visto, ser capaz de la propia impotencialidad, estar en relación con la propia privación. Esto es el por que la libertad es libertad tanto para el bien como para el mal. (G. Agamben, 1999, p.182-183)

Hemos arribado a una teoría de una riqueza apenas asimilada. La mecánica cuántica nos presenta con la problemática de la elección como elemento constitutivo en la formulación de la teoría. El espectro se abre hacia conceptos antes vedados por una concepción mecanicista. Preguntarnos sobre este 'elegir' dentro de la ciencia es un imperativo para el desarrollo de una visión no metafísica, no platónica del conocimiento. Este es el precepto: buscar una nueva forma de hacer ciencia, donde las valoraciones éticas, aquellas que instituyen nuestra visión del mundo, se presenten en primer plano, tomando en cuenta los límites y jugando con ellos.

4. Conclusiones

El problema de la interpretación en la mecánica cuántica deja en evidencia lo que dijera alguna vez Richard Feynman (1992, p 129): "Creo que es seguro mantener que hasta hoy nadie ha comprendido la mecánica cuántica." Si uno mantiene una concepción tradicional, entonces sin duda es tal vez posible sostener que la mecánica cuántica jamás podrá ser comprendida. Sin embargo, debiera tenerse en cuenta que el asumir que la comprensión es sinónimo de cierta forma particular de adquirir sentidos (como lo es la metafísica) es por de pronto un tanto excesivo.

Nos encontramos inmersos en la pregunta socrática, la pregunta por la comprensión delimita en sí misma un sistema, una dialéctica que en su debido tiempo determina una ontología (una ontología de la sintaxis). La visión presocrática del mundo, el análisis trascendental de Kant, la crítica nietzscheana al sujeto moderno, el ser arrojado al mundo por Heidegger ... Todos estos son elementos fundantes de la última revolución científica a comienzos del siglo pasado. Nuestra época llama a ir más allá de la pregunta socrática. Es tiempo de una nueva ciencia que de cuenta de estas problemáticas y abra el espectro de aquello que supone brindar sentido y comprensión a la teoría cuántica.

Notas

- ¹ Si bien esta es la lectura ortodoxa, existen otras interpretaciones al respecto (Verelst, K. and Coecke, B., 1999).
- ² En Aerts (1981) se observa que las preguntas clásicas tienen una *respuesta determinada*, la potencialidad no encuentra lugar en el ámbito de lo clásico.
- ³ Para un análisis detallado Cassirer (1956, p.90) y van Fraassen (1980).
- ⁴ Ver por ejemplo Cassirer (1956) para un análisis más detallado.
- ⁵ Cabe destacar en este respecto el intento realizado por David Mermin (1996) en su interpretación de It-haca, de concebir las correlaciones como elementos de realidad física y la posterior imposibilidad demostrada por el teorema *no go* de Adán Cabello (1998).
- ⁶ David Finkelstein (1987, p.292).

Referencias

- Aerts, D., (1981), *The one and the many: towards a unification of the quantum a classical description of one and many physical entities*, Doctoral dissertation, Brussels Free University.
- Aerts, D., D'Hondt, E., Gabora, L., (2000), "Why the disjunction in quantum logic is not classical", *Found. Phys.*, 30, 1473-1480, quant-ph/0007041.
- Agamben, G., (1999), *Potentialities*, Stanford University Press.
- Cabello, A., (1998), "Quantum correlations are not elements of reality", *quant-ph/9812088*.
- Cassirer, E., (1956), *Determinism and Indeterminism in Modern Physics*, Yale University Press.
- Feynman, R.P., (1992), *The Character of Physycal Law*, Penguin Books.
- Feynman, R.P. (1982), "Simulating physics with computers" *Int. Jour Theo. Phys.*, 21(6/7): 467-488.
- Finkelstein, D., (1987), "All is flux," en *Quantum Implications: Essays in honour of David Bohm*, pp. 289-294, B.J. Hiley and F. D. Peat (Eds.), London: Routledge & Kegan Paul.
- Heisenberg, W., (1927), "Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik" *Zeitschrift für Physik*, 43, 172-98, reimpresso como "The Physical Content of Quantum Kinematics and Mechanics", traducción de J.A. Wheeler and W.H. Zurek, en *Quantum Theory and Measurement*, J.A. Wheeler y W.H. Zurek (Eds.)
- Heisenberg, W., (1958), *Physics and Philosophy, World perspectives*, George Allen & Unwin Ltd., London.
- Mermin, N.D., (1996), "The Ithaca Interpretation of Quantum Mechanics", *quant-ph/9609013*
- Pauli, W., (1994), *Writings on Physics and Philosophy*, Enz, C. and von Meyenn, K. (Eds.), Springer Verlag.
- de Ronde, C., (2003), *Interpretación Perspectival de la Mecánica Cuántica (una historia sobre correlaciones y holismo)*, Tesis de Licenciatura de la carrera de Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires. URL: <http://www.vub.ac.be/CLEA/people/deronde/>
- de Ronde, C., (2004), "Interpretación Perspectival de la Mecánica Cuántica y Descripciones Complementarias", *Volumen 10 de Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, Argentina.
- de Ronde, C., (2005), "Complementary Descriptions (PART 2)", *Quant-ph/0507114*.
- Schrödinger, E. (1935), "Discussion of Probability Relations between Separated Systems", *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 31, 555-563.
- Vattimo, G. (1986), "La metafísica como historia del ser", *Introducción a Heidegger*, Traducción de A. Baez, Gedisa, Barcelona.
- van Fraassen, B., (1980), *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford.
- Verelst, K. and Coecke, B., 1999, "Early Greek Thought and perspectives for the Interpretation of Quantum Mechanics: Preliminaries to an Ontological Approach" pp 163-196 in D. Aerts (ed.), *The Blue Book of Einstein Meets Magritte*, Kluwer Academic Publishers.