

Potencialidad-posibilidad: metafísica y ciencia

(Potentiality-Possibility: Metaphysics and Science)

MANUEL LÁZARO PULIDO

Universidad Internacional de La Rioja, Logroño
Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile)
manuel.lazaro@unir.net
ORCID: 0000-0002-0064-5293

ESTEBAN ANCHÚSTEGUI IGARTUA

Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
esteban.antxustegui@ehu.es
ORCID: 0000-0001-8471-7305

Resumen. En el presente trabajo abordamos la cuestión metafísica de la potencialidad física y su relación con la potencialidad metafísica como una cuestión que ayuda a comprender la tarea de la metafísica de la ciencia. Para ello nos planteamos tres cuestiones. Una relativa a la relación entre necesidad y contingencia que tiene varias ramificaciones lógicas y naturales, que filosóficamente se vierte en la visión de un mundo fenoménico o real y concomitantemente a la intersección entre la aproximación racional y la empírica. Una segunda abordará la solución dada a esta intersección necesidad-contingencia a través del cálculo de probabilidades y su evolución hacia la probabilidad o potencialidad cuántica. La tercera cuestión tendrá como punto clave las raíces metafísicas medievales que plantea la física cuántica, especialmente la metafísica modal de Juan Duns Escoto.

Palabras clave: contingencia, necesidad, probabilidad, potencia, mecánica cuántica, Duns Escoto, metafísica de la ciencia.

Abstract. In this paper, we address the metaphysical question of physical potentiality and its relation to metaphysical potentiality as a question that helps us understand the task of metaphysics in science. To this end, we pose three questions. One concerns the relation between necessity and contingency, which has various logical and natural ramifications, philosophically pours into the view of a phenomenal or real-world and concomitantly to the intersection between the rational and the empirical approach. A second one will address the solution to this necessity-contingency intersection through the calculus of probabilities and its evolution towards probability or quantum potentiality. The third question will focus on the medieval metaphysical roots of quantum physics, especially the modal metaphysics of John Duns Scotus.

Keywords: contingency, necessity, probability, potency, quantum mechanics, Duns Scotus, metaphysics of science.

Introducción¹

Una de las cuestiones metateóricas que afectan la racionalidad de la ciencia es la relativa a las implicaciones filosóficas en las que se sustentan algunos de sus principales fundamentos teóricos y epistemológicos, además de las propias consecuencias de sus formulaciones en el horizonte conceptual metafísico. Los propios cuestionamientos y respuestas afectan, también, al modo en que se vea la relación entre metafísica y ciencia y a la propia metafísica de la ciencia. Uno de los problemas de la teorización de la física que afecta el diseño metafísico es el que tiene relación a las implicaciones entre la contingencia y la necesidad y su intersección entre los acontecimientos y las leyes naturales.

La cuestión sobre la necesidad física descansa en la antigua idea de que todo lo que ha sucedido y sucederá es necesario y no puede ser de otro modo, y se opone, al menos teóricamente, al azar y a la contingencia. En un mundo necesario no existe el azar. Todo lo que sucede es necesario, está determinado por las leyes de la naturaleza. Solo hay un futuro posible necesario.

¹ Quisiera agradecer la lectura, comentarios y anotaciones en las formulaciones matemáticas del profesor Vicente Llamas Roig.

La contingencia parte de la idea de que muchas cosas o acontecimientos no son ni necesarios ni imposibles. La contingencia se definiría como el subconjunto de la posibilidad que excluye la necesidad.

La cuestión sobre la relación entre necesidad y contingencia tiene varias ramificaciones lógicas y naturales, que filosóficamente se vierte en la visión de un mundo fenoménico o real y concomitantemente a la intersección entre la aproximación racional y la empírica.

La cuestión reside en intentar comprender como se conjuga la necesidad y las verdades necesarias de los sistemas axiomáticos con la exploración de un mundo que aparece contingente. Esta cuestión será abordada en el punto primero.

Una solución dada explorando la naturaleza contingente es la realizada por el cálculo de probabilidades. La probabilidad clásica ha ido evolucionando hacia una probabilidad o potencialidad cuántica. Esta distinción y parte de sus implicaciones en la comprensión del mundo físico es abordado en el segundo punto. Sus lecturas metafísicas, creemos, tienen un precedente tradicional especialmente en lo que respecta al elemento básico de conceptualización cuántica y la lectura filosófica de los mundos posibles que tiene raíces medievales anteriores al racionalismo leibniziano. Nos referiremos, para terminar, a la metafísica modal de Juan Duns Escoto y su entendimiento de los futuros contingentes, así como al concepto del ente común, antes de abordar una conclusión.

1. Necesidad, contingencia y ciencia

[1] El universo científico, sea el físico-químico o el biológico, como expresión diferenciada de los planos de objetualidad epistemológica del mundo natural, viene determinado por la presencia de la necesidad que es propia de las realidades naturales contingentes (entendamos realidades como las cosas concretadas en el espacio-tiempo). En este sentido, constatamos cómo las cosas que son contingentes se instalan en parámetros que describimos bajo el paradigma de la necesidad. Necesidad y contingencia se inscriben en el plano lógico, donde lo contingente denota un estado de cosas que podría suceder de otro modo, que no está marcado por la necesidad.

En el plano real, objeto de la ciencia, aparece la contingencia bajo la forma de la delimitación espacio-temporal considerada la practicidad. La contingencia de las cosas naturales nos lleva a cuestionarnos por la sucesión de los acontecimientos donde se manifiesta la contingencia de los objetos bajo la forma de hechos (Amstrong 1983, 158) y nos interroga sobre la necesidad seriada, bajo la cuestión de la existencia de un futuro contingente (Kripke 1972, 215). Pero las exigencias de la facticidad de los objetos de lo real se conjugan con la necesidad lógica, entendida como aquello que no admite contradicción en su negación. De nuevo volvemos al principio, las realidades naturales son contingentes, pero circulan por una vía necesaria (al menos lógico-matemática)².

En este sentido, la dependencia a la hora de explicar la observación sensible de las cosas naturales o sus extensiones tecnológicas nos lleva a un tipo de enunciados inductivos que son contingentes en sus resultados y necesarios en sus formulaciones. Un objeto dado tiene una limitación intrínseca en su determinación *esencial en acto* –podríamos señalar desde la metafísica aristotélica– que desarrolla su existencia en un plano lógico que se deja llevar por la necesidad lógica. Así, las realidades (cosas y hechos) no escapan de la necesidad que nace de los enunciados intelectivos que usan la formulación racional (lógico-matemática).

Necesidad y contingencia aparecen de esta forma como propiedades de las cosas conceptualizadas lógico-matemáticamente y analizadas también metafísicamente. La inevitable formalización de las cosas y de los hechos nos lleva a considerar la relación entre formalización y realidad en ciencia, cuestión que lleva implícita una reflexión sobre la reducción formal (analítica) de los razonamientos de la metafísica de la ciencia.

[2] Efectivamente, como hemos señalado, las cosas y los hechos se muestran *en sí* contingentes y *desde sí* sometidos a leyes necesarias. La observación muestra el *en sí* contingente de las cosas, y el entendimiento los explica, especialmente como hechos, desde el *de sí* de su relación y desarrollo necesario. Reducido a pensamiento lógico, no se trata solo de

² El discurso sobre la contingencia de las leyes físicas fundamentales (contingencia humana) es una cuestión relativa a la relación entre los objetos, los principios fundamentales y sus regularidades (Huoranszki 2019, 498). Esta cuestión está subyacente a nuestra reflexión.

la validación de los argumentos, sino de la especificidad que nace de la noción de argumento lógicamente válido. Dicha validez supone, por una parte, la estricta necesidad conclusiva que nace de un argumento lógicamente válido (modalidad); y, por otra, puede entrañar la identidad argumental en la replicación de la forma lógica (formalidad). La modalidad no implica formalidad, pero ambas características surgen del razonamiento que se apoya en un argumento lógicamente válido. La modalidad lógica supone validez lógica en cuanto necesidad lógica, en su estructura analítica; pero al no subordinarse a la formalidad, la materialización semántica (a través de letras esquemáticas o variables) de las estructuras formales puede provocar enunciados lógicamente (modalmente) válidos, aunque lógicamente no válidos en su formalidad.

La lógica, siguiendo la tradición que va de Peirce a Frege continuando con Gentzen, es definida por ser la ciencia de la validez (Vernant 1988). En este sentido, la modalidad lógica (las lógicas modales), como otras lógicas (temporales, epistémicas...), al usar una coherencia inferencial se propone “válidamente” como lógica. Ahora bien, una fórmula con validez lógica *per se* es una tautología; cualquier enunciado correspondiente a ella es trivial, no da ninguna información real. Su importancia remite a la representación de patrones válidos de inferencia. Siguiendo este simple razonamiento y sin entrar en las complicaciones de cada afirmación –que corresponde a las cuestiones de interpretación de la propia lógica–, la cuestión que nos surge estriba en la relación existente entre la verdad lógica (validez) en sus variables esquemáticas y en las constantes, caracterizada por la necesidad lógica, y la necesidad en la realidad natural compuesta por cosas que se manifiestan en hechos y que se definen por su contingencia.

[3] La formulación lógica ha tenido una cierta implementación en la formulación matemática, especialmente en la inclinación de la lógica hacia esta. Incluso las aportaciones de la lógica relativas a la teoría de los modelos, desarrolladas en la corriente de la semántica lógica, tuvo fecundidad para las matemáticas. Ahora bien, sin caer en la afirmación un tanto extrema de Dieudonné de que los lógicos imaginan que su trabajo interesa a los matemáticos, pero no es así (1987), la verdad es que la ma-

temática tiene un desarrollo particular y este es el lenguaje formal usado por la ciencia (especialmente la natural).

El matemático francés define la actividad matemática más como un arte que como una ciencia siguiendo la concepción griega de las matemáticas. Ello supone la búsqueda de la belleza pura donde el rigor se impone a la utilidad³. La utilidad sería, así, un valor propio de la ciencia que usa el rigor de la belleza de la matemática. Las matemáticas se centrarían en las relaciones más allá de las apariencias (el *desde sí* antes que el *en sí* objeto de la metafísica).

Si queremos enunciar una relación que pueda definirse tanto entre números como entre funciones —señala Dieudonné—, esta sólo puede hacerse introduciendo objetos que no son ni números ni funciones, pero que pueden especializarse a voluntad en números, o en funciones, o en muchos otros tipos de objetos matemáticos. Estos objetos “abstractos” son los que estudiamos en lo que se ha dado en llamar estructuras matemáticas. En este sentido, las matemáticas predicen el comportamiento de determinados objetos del mundo sensible en unas condiciones dadas, teniendo en cuenta las leyes generales que rigen esos comportamientos. Estos objetos matemáticos (números, figuras geométricas y entidades aritméticas) que se convierten en productos mentales, sin embargo, no nacen como meros productos de la mente, sino como seres inmateriales que han llegado al espíritu humano obtenidos por la abstracción a partir de los objetos sensibles, a diferencia de los entes de razón que sí son productos de esta. La cuestión que surge es relativa a su naturaleza o a la relación con la realidad natural, es decir, si su carácter de imagen se relaciona con la realidad.

Por otra parte, la matemática encierra toda su demostración en el rigor existente dentro de una teoría axiomática, lo que implica la pregunta sobre el origen exclusivamente mental de la matemática. A la pregunta sobre la relación existente entre los objetos matemáticos y los sensibles (entre los entes de razón y de hecho en lenguaje metafísico) se le suma el del origen de los modelos axiomáticos matemáticos que fabrican. Un

³ Más modernamente Kant encuadrará la matemática en la Estética Transcendental, no en la Analítica

modelo en los que se representan los objetos estudiados por la ciencia y sus relaciones “matemáticas”, así como su traslación al campo de los objetos y de los hechos naturales. De aquí, que no pocos matemáticos se cuestionen sobre la naturaleza de la matemática, es decir, si los objetos matemáticos, las relaciones, modelos y teorías axiomáticas en las que se desarrollan son meras invenciones humanas o si estas existen más allá de la formulación de los seres humanos.

John Bigelow y Robert Pargetter (1991, 346) dan un paso más allá del idealismo del matemático francés para señalar que:

El realismo sobre las matemáticas descansa cómoda y naturalmente en el realismo modal científico. No es obligatorio que todos los realistas científicos adopten una postura realista sobre las matemáticas junto con el resto de la ciencia. Nadie puede mantener sensatamente el realismo sobre absolutamente todos los fragmentos de la ciencia. Hay que admitir que algunas partes de la ciencia son meras ficciones útiles y no representan con exactitud nada más allá de sí mismas.

[4] Efectivamente, la matemática como todo discurso (no solo formal) es una realización humana, pero la formulación racional no implica la invención de la realidad, sino su lectura, una tematización, propiamente una “formulación”, una de ellas, no la única. El hecho de que las matemáticas, como formulación humana, pueda crear objetos y relaciones propias con una lógica interna al modelo axiomático, no supone que no tenga o pueda tener que ver con la realidad, al menos en el sentido en que sea capaz de establecer una lectura de las realidades sensibles al modo platónico: “Hoy podríamos referirnos a este mundo como *el mundo platónico de las formas matemáticas*” (Penrose 2004, 10). En todo caso, lo que envuelve la cuestión idealista-realista de las matemáticas en relación con la metafísica de las ciencias es que esta no debería confundirse con una filosofía matemática, pues como señala Jean Largeault (1989, 419): “salvo rarísimas excepciones (A. Lautman), las pretendidas tentativas de «filosofía de las matemáticas» no están a la altura y no superan el nivel de las trivialidades (basta con pensar en Wittgenstein).”

Una metafísica de la ciencia debería tener en cuenta la estructura lógico-matemática de la ciencia y los objetos implicados (matemático-sensibles) e indagar desde su propia especificidad. Desde esta perspectiva, la metafísica de la ciencia no debería hacer filosofía de la ciencia, ni lógica, ni filosofía analítica asociada a la anterior, ni filosofía de la matemática, sino metafísica y debe utilizar su lenguaje propio nacido de su tradición. Efectivamente, la relación establecida entre formalización y realidad en ciencia nos interesa, pero no para hacer una metaciencia, sino para establecer una discusión metafísica independiente en su formulación de la formalidad de la ciencia (la matemática) y más allá de la formalidad del entendimiento filosófico (lógica o filosofía analítica). Del mismo modo que la ciencia no es matemática, la metafísica no es lógica. Interesa la coherencia argumentativa, pero no se reduce a ser una mera filosofía de la lógica.

Las ciencias naturales (física, biología, química...) tienen la vocación de comprender el mundo que nos rodea y las matemáticas en su desarrollo actual son, en última instancia —hemos señalado— una construcción de nuestra mente, autónoma de la naturaleza como sistema. Baste mirar, a modo de ejemplo, la relación existente entre el teorema de Fermat-Willes o las variedades riemannianas y el mundo real. El rigor formal, la necesidad axiomática, las convierte en una ciencia abstracta desconectada de la naturaleza tal como se muestran en su sensibilidad, aunque estas desempeñen una serie de funciones importantes en las ciencias naturales, tanto más marcadas cuanto más avanzada en la ciencia. Su uso como herramienta indispensable en la ciencia teórica y en las exigencias experimentales no confunde ni los objetos, ni el sentido de verdad orientado al fin, y dificulta, no pocas veces, su intersección.

[5] Nuevamente llegamos a la cuestión primera. El razonamiento deductivo-matemático, axiomático, riguroso, validado por la coherencia, lleva a verdades absolutas en sí que contrastan con la sutil verdad de la ciencia operando con el razonamiento inductivo, basada en la observación o la experimentación. En última instancia, las ciencias naturales o experimentales están controladas por la calidad de las predicciones o por la eficacia de los medios de acción que nos permiten aplicar. Apegadas a ob-

jetos contingentes, no pueden llegar a verdades absolutas ni definitivas, e incluyen siempre un mayor o menor grado de incertidumbre: las afirmaciones y explicaciones científicas son, implícita o explícitamente, probabilísticas, y la herramienta matemática, de forma especial en las ciencias experimentales, recurre sistemáticamente a la estadística, porque la evaluación de las incertidumbres inevitables se basa en la noción matemática de probabilidad discreta.

La ciencia natural teórica no olvida las matemáticas estadísticas que proporcionan regularidades (necesidad estocástica) de los objetos contingentes, pero se centran en las leyes, en las vías donde se desarrollan los objetos en sus aspectos más esquemáticos. En el caso de la física teórica, desde principios del siglo XIX, las matemáticas se han convertido en su lenguaje propio, ya que la mayoría de sus leyes son intraducibles en palabras y sólo pueden expresarse claramente mediante ecuaciones (Maxwell, Boltzmann, Einstein, Schrödinger, etc.). La creciente abstracción de sus enunciados fundamentales ha hecho que sean cada vez menos traducibles al lenguaje cotidiano. Solo así la ciencia (físico-teórica) ha podido centrarse en un *objeto puro*, nacido del fenómeno, pero con la mirada creativa de la mente y un desarrollo riguroso, que ha podido cumplimentar una adecuación de las matemáticas con la realidad que resulta irrazonablemente eficaz (Wigner, 1960).

La relación de la matemática, que es una disciplina independiente, con la ciencia natural que, a su vez, tiene también sus propios objetivos, conceptos, modos de pensamiento y criterios de veracidad, se retroalimentan, pero no se confunden. Las ciencias precisan de la formalidad de las matemáticas para aplicar rigor en sus observaciones de modo que les den consistencia de necesidad, al menos estocástica, frente a sus objetos contingentes. Las matemáticas sienten la necesidad de exteriorizar sus modelos axiomáticos de modo que se puedan utilizar, interpretar y gestionar los problemas matemáticos aplicados a situaciones cotidianas.

El enfoque científico presupone, ante una situación dada, trazar preguntas, analizar sus características para extraer los elementos esenciales, problematizar las preguntas, plantear hipótesis, recopilar información pertinente, extraer conclusiones y someterlas a la prueba de los datos ini-

ciales. Por su parte, las matemáticas centran su atención en el tratamiento de los problemas tras un proceso de modelización, a menudo vinculada al contexto, a partir de ajustes, generalización, formulación de conjeturas y su validación mediante una demostración matemática. De nuevo, volvemos al punto de partida. Las ciencias se centran en la modelización del fenómeno, que consiste en problematizar la situación, plantear hipótesis, poner en marcha experimentos u observaciones repetidas, analizar los resultados y verificar las hipótesis comparándolas con la realidad. Las matemáticas se focalizan en el rigor del sistema axiomático como contexto de resolución de los problemas.

En cierta forma, las matemáticas en ciencia (especialmente en física cuyo interés se centra en los objetos inanimados) cooperan a la hora de formalizar, desde el rigor que proporcionan sus modelos, las leyes de la naturaleza. Estas leyes tienen vocación de necesidad, pero ante la complejidad natural es casi milagroso llegar a descubrir ciertas regularidades en los acontecimientos (Schrödinger 1932). Las leyes de la naturaleza se ocupan de las regularidades, de las cuales podemos señalar la existencia de principios de invariancia que relativizan las posiciones de observación o referencias empíricas, esto es, no obvian la sujeción a tales leyes del propio observador, es decir, la existencia de algo que permanezca invariante, en un problema, preferentemente dinámico. Por otra parte, el asombro se hace aún mayor cuando podemos observar que la regularidad es independiente de un número considerable de condiciones que cabría imaginar que podrían afectar a su validez. En este sentido, se aplica la física de Newton (invariancia galileana) y la teoría de Maxwell (invariancia lorentziana) que explican casi todo lo que observamos en el mundo físico cotidiano que nos rodea. Y en este proceso, las matemáticas aportan las operaciones delicadas realizadas sobre conceptos y reglas. Pero las matemáticas diseñan sus conceptos matemáticos no elementales con el fin de ejercitar el ingenio de su lenguaje y satisfacer la belleza formal, conscientes, eso sí, del potencial interés e ingenio de su aplicación. Como su actividad implica definir conceptos nuevos no contenidos en los axiomas pueden formular nuevos teoremas y así realizar operaciones lógicas ingeniosas, estéticamente satisfactorias, tanto en sí mismas como por la generali-

dad y simplicidad de sus resultados. Estos nuevos conceptos reformulan nuevas teorías de invariancia, de regularidades (nueva formulación de la necesidad) que implican, a su vez, un *objeto desnudo* (*objeto puro*) de los elementos de la contingencia, alejado del día a día, de la observación del mundo cotidiano, de los límites de la inducción. Como afirma Antoine Georges (2010): “Hacer, ver, comprender, descubrir y a menudo sorprenderse, pero a veces predecir y siempre soñar... Éstas son sin duda las palabras clave de toda investigación científica.”

2. Potencialidad y probabilidad. Una reflexión metafísica

[6] La existencia de la contingencia de las cosas y la búsqueda de regularidades en forma de leyes con implicación lógica necesaria ha llevado a dos tipos de resultados científicos, también según se considere el objeto de estudio: sean objetos que desembocan en hechos o acontecimientos empíricos; sean objetos desnudos o puros, reducidos a la interfase de interacción partícula-campo. En el primer caso hablaremos de leyes regulares y probabilidades estocásticas. En el segundo caso nos referiremos a lo que algunos denominan “probabilidades cuánticas”, cuyo modelo más paradigmático lo encontramos en el “potencial de la mecánica cuántica”, o “potencial cuántico” que es un principio central de la teoría de Broglie-Bohm (Valentini y Westman 2005).

2.1. Probabilidad

[7] La explicación que la ciencia realiza mediante teorías físicas de las propiedades macroscópicas de los materiales le lleva a fijarse en el comportamiento más simple de sus constituyentes elementales. Los hechos observables a nuestra escala parecen tener un carácter fuerte de necesidad que permiten una alta precisión en la predicción. La predicción de dichos fenómenos, especialmente en la física, se definen por su determinación y su certidumbre siempre que se mantengan las variables.

La complejidad cuantitativa de los elementos simples, sin embargo, impide realizar una aproximación descriptiva, esto lleva a la introducción de modelos matemáticos de probabilidades que nos permitan realizar la

mayor aproximación posible a la descripción de la mecánica de los fenómenos y, por lo tanto, realizar predicciones razonables que puedan luchar frente a la incertidumbre. Así, la noción misma de probabilidad remite a los observadores que la utilizan para representar de la mejor manera posible los objetos, explicar sus propiedades y predecir su comportamiento.

Desde un punto de vista inductivista, como el de Reichenbach (Galavotti 2011) —para quien una lógica inductiva no puede construirse enteramente a partir de principios lógicos independientes de la experiencia, sino que debe desarrollarse a partir del razonamiento practicado y útil para las ciencias naturales, en cierto sentido—, las probabilidades empíricas se identifican con las frecuencias de observación de acontecimientos, esto hace que se le confiera a la probabilidad un valor totalmente objetivo, similar a la de cualquier medida determinada científicamente. En este sentido, la probabilidad es una herramienta para comprender el mundo y, para Reichenbach, una herramienta para corregir no pocas veces verdades fundadas en apriorismos. La probabilidad, así entendida, tiene que fundarse en verdades del mundo puesto que existe una correspondencia entre las estructuras formales y el mundo real, ya que ambas esferas se alinean. Se trata de coordinar el mundo real (contingente, basado en cantidades) con las relaciones matemáticas (axiomáticas, basadas en leyes).

Por otra parte, la contingencia de los objetos inductivos que deben operar con la probabilidad clásica, en cuanto que producen observaciones probabilísticas dotadas de una inherente incertidumbre en las frecuencias (regularidades), nos lleva a introducir el elemento de coherencia pragmática desde donde fundamentar una interpretación subjetiva (Finetti, 1931).

Efectivamente, la probabilidad empírica como predicción normativa (regulativa-estadística), de hecho, también está sujeta a la contingencia en cuanto no puede identificarse estrictamente con una observación de acontecimientos objetivos, ni con un conjunto de observaciones. La probabilidad empírica parece, no pocas veces, exceder los datos objetivos, aunque parta de hechos definidos en la terminología de cálculo de posibilidades como un aserto lógico verificable relativo al resultado de una experiencia. En todo caso, la probabilidad fáctica cuantificada en datos se

presenta como un instrumento extrínseco al modelo virtual de los hechos y objetos de la teoría e implica una posibilidad de superar la contingencia bien de los hechos (que se muestran dispares y determinados), bien del conocimiento humano de la contingencia (teniendo en cuenta también la propia contingencia del ser humano).

El modelo axiomático de probabilidad clásica es, así, por definición, riguroso y unívoco en su matematización, pero sus aplicaciones son equívocas en los objetos naturales de los que no puede escapar, puesto que la probabilidad se utiliza en una ciencia concreta que depende de datos experimentales que expresan una serie de resultados susceptibles de medición (Dumas 1948, 436). Si desde la perspectiva objetivista, la probabilidad se independiza del observador y da por supuesto el concepto de reproducibilidad de los hechos; desde la subjetivista se modaliza el punto de vista del observador, de forma que diferentes observadores pueden llegar a asignaciones diferentes. La *falsabilidad* es el punto de conexión en ambas perspectivas

[8] La estrategia de la probabilidad clásica se centra en el álgebra de variables aleatorias, es decir, dadas en un espacio dado. Se trata de propiedades conmutativas. Como señala Roger Balian (2005)⁴, en la probabilidad de la mecánica estadística contamos bien con un observable (A) o dos observables conmutativamente intercambiables (A y B):

El observador A se conoce ante un estado dado del sistema a través de sus momentos $\{A\}_n$ ($n = 1, 2, \dots$), en particular su expectativa $\{A\}$ y su varianza $\Delta A^2 = \{A^2\} - \{A\}^2$. Equivalentemente, si medimos la cantidad A en este estado, podemos obtener varios valores a , cada uno con una cierta probabilidad, y estas probabilidades son los pesos asociados a las medias $\{A_n\}$ ($n = 1, 2, \dots$). Nada impide que la probabilidad se concentre en un único valor a , en cuyo caso la previsión sobre A se hace con certeza.

En el caso de dos observables se mantiene la descripción probabilística clásica, de modo que los observables A y B pueden tomar un conjunto de valores a y b , con una probabilidad para cada configuración. Estos obser-

⁴ En las explicaciones fisicomatemáticas y ciertas formulaciones seguimos este autor.

vables son compatibles: podemos medirlos simultáneamente y obtener un resultado a para A y b para B . El error en la medida de uno no incide en el error en la medida del otro.

La probabilidad clásica supone una normalización de las variables aleatorias de los objetos observables a partir de la asunción de la disyunción exclusiva $p(A \vee B)$. A partir de un experimento buscamos los sucesos probables (A y B), donde el símbolo \vee es una disyunción exclusiva siendo la inclusiva la equivalente a una conjunción $p(A \wedge B)$, siendo \wedge una inclusión. Dado un experimento y dos sucesos A y B , decimos que A y B son mutuamente excluyentes si es imposible que ocurran simultáneamente $[(A \vee B) \wedge \neg (A \wedge B)]$. En otras palabras, los dos sucesos no pueden ocurrir simultáneamente, solo puede ser uno u otro, pero no ambos: $p(A \wedge B) = 0$, porque $p(A) = 1 - p(B)$, ya que: $p(A) \wedge p(B) = 1$.

La probabilidad de sucesos mutuamente no excluyentes es sumatorio de probabilidades de un evento determinado en función de otros.

La probabilidad clásica entendida desde la conmutación como probabilidad empírica se expresa como estadística, entendida como la recogida, el tratamiento y la interpretación de datos de observación de sistemas físicos (reales o simulados) desde los que construir modelos (probabilísticos o no) que representen correctamente la realidad mensurable del mundo físico.

La teoría de la probabilidad superaría esta mirada, en la medida en que es deductiva (no inductiva como la probabilidad⁵) y se enfrenta a afirmaciones parciales o contradictorias que aparecen bajo la forma de azar. La probabilidad clásica mide la importancia de los hechos, asociándolos a un número positivo (entre 0 y 1), que representa el grado de certeza que puede asociarse *a priori* de que el acontecimiento se producirá. Por lo tanto, refleja el estado de conocimiento en el que nos encontramos antes de realizar un experimento.

⁵ Algunos autores han negado que las leyes y las normas probabilísticas puedan ser conocidas intuitivamente o *a priori*, es decir, podrían ser inducidas problemáticamente a través de asociaciones estadísticas fundadas en la experiencia (Kneale 1949, 78–89, 254–58).

2.2. Potencialidad

[9] La física clásica solo es capaz de describir los fenómenos observados a escala atómica desde la concepción netamente corpuscular u ondulatoria por separado (Briggs 2021). La extraordinaria distorsión que proporciona la escala atómica —quizás el fenómeno más sorprendente originariamente fue la aparición inesperada de lo discreto, mientras que la intuición sugería lo continuo, la discontinuidad que imponía la naturaleza corpuscular se extendía a la ondulatoria: cuantización de la energía— afecta al observador y altera radicalmente una serie de conceptos básicos de la física. Los propios objetos atómicos o subatómicos (un átomo excitado, un núcleo radiactivo o una partícula inestable) pueden transformarse en otros objetos al cabo de un tiempo aleatorio.

En física cuántica, como en física clásica, se calcula la probabilidad de un proceso físico, pero no es equiparable. La probabilidad cuántica —el potencial cuántico— difiere en gran medida de la probabilidad descrita anteriormente (especialmente empírica y estadística). La probabilidad o potencialidad no es el resultado de una aplicación estadística a partir de datos, sino que es un factor conceptual inherente e inevitable, que no depende de la observación de objetos complejos implicados en el hecho estudiado. La física cuántica envuelve una aproximación parcialmente subjetiva a los objetos tal como los podemos percibir desde un modelo de incertidumbre.

En mecánica cuántica el espacio de la muestra es de estados (conjuntos canónicos distributivos de interacción que definen espacios físicos multidimensionales), de modo que las cantidades físicas observables ocupan el lugar de las variables aleatorias y, por lo general, no son conmutativas. Es decir, la probabilidad cuántica es no conmutativa, lo que supone que incorpora la posibilidad de operaciones no conmutativas.

La probabilidad no conmutativa, a diferencia de la conmutativa, supone que, respecto a la probabilidad clásica en la mecánica cuántica, las magnitudes físicas están representadas por observables que no pueden cambiar entre sí, es decir, donde el par A y B es no-conmutativo, es decir, que AB y BA pueden diferir. Se puede mostrar en el siguiente cálculo (Balian 2015):

Sea $AB - BA = 2iC$, y definamos $A' \equiv A - \{A\}$ y $B' \equiv B - \{B\}$ donde $\{A\}$ y $\{B\}$ son las expectativas de A y B en el estado considerado del sistema. Las varianzas ΔA^2 y ΔB^2 vienen dadas por $\{A'^2\}$ y $\{B'^2\}$ respectivamente. Sea cual sea α , la cantidad $\{(\alpha A' + iB')(\alpha A' - iB')\}$ es no negativa, lo que se escribe $\alpha^2 \Delta A^2 + 2\alpha \{C\} + \Delta B^2 \geq 0$. Tenemos, por tanto, en cualquier estado, $\Delta A^2 \Delta B^2 \geq \{C\}^2$. Esta desigualdad se reduce para una partícula en un eje al 'principio de incertidumbre' de Heisenberg $\Delta x \Delta p \geq h/4\pi$."

Es decir, las magnitudes p (*momentum*) y x (posición) no son conmutables: el grado de sensibilidad con que determinemos la magnitud x , incidirá en el error acumulado de la magnitud p . El principio de incertidumbre rige también para el tiempo-energía ($\Delta E \Delta T \geq h/4\pi$). Esta forma se utiliza en mecánica cuántica para explorar las consecuencias de la exploración de las consecuencias de la formación de partículas virtuales.

[10] La desigualdad de Heisenberg anuncia siempre una imprecisión intrínseca que provoca que no se puedan describir fenómenos en términos de ambas variables al mismo tiempo. En este sentido, podemos afirmar que la mecánica cuántica es una teoría intrínsecamente probabilista. En principio, como hemos señalado, la noción de probabilidad se importa de la física clásica. Se aplica de igual forma, pero su cálculo es radicalmente diferente, puesto que el concepto básico es el de *amplitud de probabilidad*, amplitud que admite una forma compleja al multiplicarla por su conjugado permite normalizar la probabilidad⁶. La función de onda mecanocuántica puede ser simétrica o antisimétrica, pero la densidad o amplitud de probabilidad es insensible a la conmutación de posiciones (Llamas 2020, 146).

La incertidumbre que hemos señalado entraña que el indeterminismo va más allá de las condiciones iniciales para señalar que la potencialidad cuántica es una ley de la naturaleza. Las cosas son así. La precisión (la trayectoria precisa) pierde sentido. La necesidad no se reduce a la regula-

⁶ $|\psi|^2 = \psi^* \psi$, de manera que: $\psi = \psi^*$, si ψ fuese una función sólo con parte real. El significado físico de la función está asociado al de $|\psi|^2$, que cuantifica la probabilidad de localización de una partícula en una región del espacio. Considerado un elemento de volumen dV alrededor de cierto punto (x, y, z) , la probabilidad de localización de la partícula en él sería: $P_{dV} = |\psi^2(x, y, z)| dx dy dz$. Extensible por integración a un volumen finito en torno al punto genérico: $P_V = \int_V |\psi|^2 dV$.

ridad de los objetos contingentes, sino que en la contingencia natural se expresa como certeza.

Como se señala en mecánica cuántica, la probabilidad (relativa) de recorrer un camino C viene dada por $P_C = |A_C(x_2, t_2; x_1, t_1)|^2 = 1^7$. Es decir, es independiente de la trayectoria y, por tanto, todas las trayectorias son *equiprobables*, o lo que es lo mismo, la noción de trayectoria perfectamente definida ya no tiene ningún significado real en mecánica cuántica, reemplazada por la de región de probabilidad de presencia. De aquí se sigue que la amplitud de probabilidad del proceso es la suma de las amplitudes de cada una de las alternativas. O lo que es lo mismo, la probabilidad sigue una disyuntiva inclusiva (no excluyente). Cuando decimos que algo está “aquí o allá” la lectura exclusiva de la disyunción de la probabilidad clásica nos señala que una partícula es detectada en el punto x_2 (aquí) o en el punto x_3 (allá) en un momento dado.

Pero la lectura inclusiva implica una noción de combinación o interferencia y las alternativas correspondientes se denominan *alternativas interferentes*, donde son las amplitudes las que se suman en lugar de las probabilidades. En este sentido, la posición del observador (es decir, del dispositivo experimental que define las condiciones de la experiencia) es importante y el efecto de la observación también lo es, como lo ilustra el famoso ejemplo de los dos agujeros abiertos en la pantalla, donde siendo un hecho experimental ineludible $P_3(x) = P_1(x) + P_2(x)$, se debe concluir que cuando ambos agujeros están abiertos, simplemente no es cierto que el electrón pase a través de un agujero o (exclusivamente) a través del otro.

[11] Esta experiencia nos advierte de otra circunstancia y es la de la imposibilidad de determinar el punto de paso del electrón por la pantalla a través de uno y otro agujero sin pasar necesariamente de la distribución P_3 a la distribución $P_1 + P_2$, es decir cualquier intento de determinar el punto de paso del electrón a través de la pantalla sin perturbar la distribución P_3 está condenado al fracaso (Feynman 1965, 143). Esto impli-

⁷ Para este tema tenemos en cuenta varios trabajos clásicos de mecánica cuántica, especialmente las notas de curso de Physique Générale III. Mecánica cuántica de Jacques Weyers y Fabio Maltoni de la Université catholique de Louvain (2006–2007): Chapitre II. Les principes de la mécanique quantique.

ca que la mecánica cuántica supone que el principio de incertidumbre es universal (intrínseco).

Ahora bien, la potencialidad cuántica no involucra falta de imprecisión empírica en física experimental, puesto que su precisión es muy elevada. Lo que nos muestra la física cuántica es que la potencialidad (probabilidad) es el objeto de estudio y no la concreción de una partícula (un electrón, por ejemplo). El hecho de la potencialidad o probabilidad intrínseca del universo lleva a la imposibilidad de una descripción concreta o una posibilidad de regularidades (estocástica), pero ello no supone falta de precisión, puesto que no se ajusta la probabilidad sino la amplitud. La cuestión también afecta al observador (ahora entendido como el físico): la probabilidad intrínseca es proporcional a la imposibilidad humana de conocer todas las “variables ocultas”, y eso no aminora la capacidad humana, al contrario, muestra que el carácter intrínseco del universo en cuanto potencialidad es la explicación que permite no contradecir otras leyes físicas. Esto supone que el lenguaje abstracto (deductivo-racional) se impone a la descripción concreta de los fenómenos de carácter inductivo.

[12] Otro aspecto que interesa en la mecánica cuántica es el hecho de que de la incertidumbre universal se desprende que las partículas son idénticas y este concepto es *absoluto*. En términos físicos supone que todos los protones del universo son estrictamente idénticos, al igual que otras partículas como electrones, fotones, etc., y las interferencias inherentes a esta identidad son uno de los éxitos más notables de la mecánica cuántica.

La probabilidad de la física cuántica en tanto que potencialidad nos lleva, a su vez, a una reformulación del hecho científico que nos conduce a su conceptualidad (*objeto puro*). Diederik Aerts (2010) muestra, desde una nueva interpretación de la mecánica cuántica, cómo las partículas cuánticas son entidades que interactúan conceptualmente con la materia, lo que significa que las piezas de materia funcionan como interfaces para el contenido conceptual que portan las partículas cuánticas a-espaciales y a-temporales: “Una partícula cuántica no es una entidad ‘esparcida en el espacio’, que sería si fuera una onda, sino una entidad ‘sólo potencialmente presente en el espacio’... En nuestra opinión, la razón misma de

esta incoherencia es que la propia entidad cuántica ‘no es una entidad dentro del espacio-tiempo.’” (Aerts 2010, 7). Que es potencial significa que no es real que se actualiza como resultado de la medición temática, por lo que se fija la potencialidad cuántica. En este contexto podría entenderse las controversias en torno al Teorema del libre albedrío entendido “como lo opuesto al ‘determinismo’” (Conway y Kochen 2006, 1466). En este sentido, lo que supone el autor es que la virtualidad de las partículas cuánticas depende del observador y sus modelos presentes. Se introduce así la capacidad modal de la interacción humana en la comprensión de la realidad y la facticidad potencial de las partículas cuánticas (extra espacio-temporales).

[13]. La potencialidad cuántica nos lleva así a elementos puros y a sistemas dinámicos. Los objetos propios de la física cuántica, las partículas, son *pura potencialidad e idénticas*, lo que lleva a una consideración sobre una realidad diferente al mundo que observamos. La contingencia existe en la medida en que se introduce un modelo en la partícula que la hace real convirtiendo la potencialidad en probabilidad. La entidad en acto subyacente en las partículas, hablando en términos metafísicos clásicos, en cuanto dotados de existencia no son sino la imagen del observador, una metáfora, una pura analogía. Cuando la partícula se conceptualiza (toma existencia conceptual) introduciéndose en el espacio-tiempo se vuelve pura contingencia natural. Pero la mecánica cuántica nos dice que lo importante en la partícula es que es de forma pura (y de ahí su identidad) anterior a la conceptualización, una noción general y abstracta, común e indeterminada, un ente común.

2.3. Reflexión metafísica

[14] Desde el inicio, pero especialmente a partir de Platón y Aristóteles, como buques insignia, el discurso metafísico ha partido de los lenguajes formales (matemáticas, lógica) como lugar de encuentro con la intimidad de la realidad, para desarrollarse y expresarse a partir del lenguaje natural. La metafísica (o quizás mejor la ontología, pero eso implica otra reflexión) es una construcción racional sobre el “es” que comparten los entes, en cuanto estructuras de las cosas, que son tales en la medida en

que designan un “siendo” (el ente en tanto que es). Pero el *to ón* se dice en muchos sentidos, dirá Aristóteles (1982) en la *Metafísica* (VI, 2, 1026 a 23), por lo que es importante reflexionar sobre los significados del ser (I, 9, 992 b18). Esto supone, como señala con acierto Claudine Tiercelin (2016, 5; cf. 2011, 39–95) que “cualquier indagación metafísica exige partir del marco formal *apriorístico* del análisis, el único que permite identificar las condiciones de posibilidad, en términos de condiciones de verdad y de sentido, de los conceptos (y no solo de las *palabras*) que utilizamos, y hacer las distinciones modales cruciales que son necesarias.”

[15] En este sentido, seguimos con Tiercelin, la metafísica que remarca la posibilidad va más allá, felizmente, de la historia del pensamiento reciente y de las formulaciones sobre la semántica extensional de la lógica modal que realiza desde la óptica materialista y determinista David K. Lewis, a partir de la formulación de la noción de los mundos posibles de Kripke (Girle 2003) desde los desarrollos de la lógica modal y el racionalismo leibniziano (Kripke 1972, 45). Cuando Lewis (1986, vii) afirma que defiende “el realismo modal, es decir la tesis de que el mundo del que formamos parte no es más que uno de una pluralidad de mundos, y que los que habitamos este mundo somos solo unos pocos de entre todos los habitantes de todos los mundos”, no hace sino extender en términos contemporáneos lo que ya hacían otros autores siglos antes de forma brillante. De forma aproximada al pensamiento escotista, lo expresa la profesora francesa:

empezando por aquel que aseguró su autonomía, el Doctor Sutil, Juan Duns Escoto. Y fue precisamente Escoto quien lo vio bien: si la metafísica puede llegar a ser autónoma con respecto a las demás ciencias (lógica, física, pero también teología), es porque tiene un objeto propio, el *ens commune*, el ser tomado en su total indeterminación, un ser que no es por tanto reducible ni a la *quiddidad* de lo sensible (en la que sin embargo debe contraerse) ni a la sola previsibilidad lógica (que es, sin embargo, lo único capaz de conferir universalidad a esta Naturaleza común). Puede así, más allá de la oposición entre el ser y lo posible, constatar lo ‘real-posible’, es decir, la realidad misma del ser posible de las cosas que existen, y de ahí la condición de posibilidad de las ciencias en tanto que ciencias⁸ (Tiercelin 2016, 5).

⁸ La autora cita a Putallaz (2001).

La metafísica de Escoto representa, efectivamente, la apuesta por la búsqueda del objeto puro de la metafísica a partir de la deducción racional. Para Duns Escoto, la metafísica es una ciencia en cuanto que procede de principios evidentes para llegar a conclusiones que se siguen deductivamente de ellos. Esta ciencia que como dice Aristóteles es del ser (ente) en cuanto ser (ente) no se confunde con la teología que trata de Dios, ni tampoco es la física natural de lo existente que versa sobre los principios de la de la sustancia, o del ente en cuanto que está actualizado. La metafísica trata sobre el ente en su sentido esencial. Esto supone mirar la quiddidad, reparar en la esencia en su simplicidad. La simplicidad esencial supone prescindir de cualquier información externa a la pura investigación racional. La metafísica puede tener en su mente de forma motivadora la realidad divina, pero no se confundirá con el ámbito teológico. La autonomía de la metafísica lo es del ámbito teológico (que es un marco inspirador) y más allá del ámbito de la concreción de la naturaleza física.

[16] Desde la perspectiva racionalista de inspiración parmenídea, la metafísica que investiga el ente en cuanto que ente, en cuanto que, siendo determinación del ser, es coextensiva a la razón. En este sentido se hace universal a todo ser humano. En ente en cuanto ente es un objeto puro al entendimiento, que no nace de la intuición o de la abstracción a partir de la experiencia sensible que tan solo nos llevaría a poder desnudar alguna manifestación entitativa (Escoto 1954 [*Ordinatio*, I, dist. 3, q. 3, n. 137]). El estudio del ente en cuanto ente nos lleva a un concepto común de ente que es, el objeto propio de la metafísica, el espacio donde la conceptualización puede ser posible para su determinación. El ente común (*ens commune*) es el ente absolutamente simple, el concepto último que está contenido en el resto de los conceptos determinables, el concepto simplemente simple que se conoce de forma clara y distinta (Escoto 1973 [dist. 3, n. 30]). El ente aparece, pues, como el concepto último de resolución, siendo en su recorrido inverso, el primero, al que siguen los conceptos menos generales hasta llegar al concepto definitivo de *species specialissimima*, que es el último concepto general que hace posible el conocimiento del ente particular en su género y diferencia. El ente es en Escoto un concepto transcategorial, pura determinabilidad a partir del cual se entiende lo dado y lo posible.

Escoto considera aquí la posibilidad en cuanto modalidad entendida como plenitud. Normalmente, la modalidad se entendía, desde la perspectiva aristotélica, de forma diacrónica (estocástica), en el sentido en que los valores de verdad modales cambiaban con el tiempo «A está de pie» es válido mientras «A» esté de pie, cambiando su valor si «A» cambiaba su estado, por ejemplo, se sentaba –lecturas *sensu diviso/sensu composito* (Escoto 1997 [IX, q. 15, n. 64]) del principio aristotélico de exclusión de opuestos (Kielkopf 1978)–. La modalidad diacrónica sigue los modelos de posibilidad clásicos a partir de los hechos de la experiencia (empíricos), en una metafísica del acto que se rige por lo Knuuttila denomina modelo estadístico de las modalidades (1981).

El Doctor Sutil instituye un modelo sincrónico admitiendo la validez de la posibilidad en el mismo instante (Escoto 1966 [I, d. 39]; 2008 [dd. 39–40]), es decir, posibilidades alternativas en un tiempo dado, de otro modo, las modalidades descansan sobre la posibilidad de estados de cosas alternativos en el mismo momento: cada instante abre una infinidad de posibles realizables. De esta forma, la posibilidad adquiere su valor profundo en la simultaneidad de los opuestos (Escoto 1997 [IX, q. 15, n. 65]).

La modalidad sincrónica será determinante en la consideración de la voluntad. Esta modalidad en la contingencia recibe el nombre de “*contingencia sincrónica*” que no supone una confusión en momentos de tiempo que rompa el principio de no-contradicción, por otra parte, principio basal en Escoto, sino entre momentos o instantes de naturaleza (Escoto 1966 [I, d. 39], n. 60). Estos tienen la propiedad de sucederse en un mismo y único instante de tiempo. Se trata de una prioridad natural, independiente del proceso causal. La motivación teológica como horizonte creativo conceptual que hemos visto en la consideración de la formulación cuántica es útil ya en Escoto. Dios puede pensar algo y después quererlo sin que nada cambie, fuera del tiempo y del cambio, como sucede con las producciones intratrinitarias. Es decir, en un momento de tiempo determinado pueden darse diversos momentos de naturaleza como posibilidades sincrónicas, posibles lógicamente, y, sin embargo, no irreales. De esta forma, todo lo que no es contradictorio por esencia puede ser realizado. En un simple instante de naturaleza, el intelecto divino considera todas

las acciones compositibles entre los posibles, considera todos los “futuros contingentes”, y en un segundo instante, la voluntad divina elige dotar de valor de verdad a ciertas de las posibilidades contingentes. La sincronía abre una nueva forma de entender la potencia que no se encierra en lo que se realiza, sino en aquello que esencialmente no es contradictorio (Langford 1930).

La introducción de una contingencia sincrónica a partir de las posibilidades en la acción de la voluntad introduce en Escoto una subversión en la forma de entender los principios de potencia y acto. Efectivamente, desde esta posición escotista los inexistentes tienen una potencialidad objetiva para existir. Dicha potencialidad objetiva individualiza a los inexistentes con potencialidad objetiva de existir, de modo que los inexistentes difieren entre sí.

[17] En el cuadro de explicación aristotélico-tomista el acto tiene prioridad sobre la potencia. Tanto a nivel de temporalidad como ontológica. Lo posible es lo que se actualiza más frecuentemente. En Escoto cada instante abre una infinitud de posibles realizaciones. Opera, así, una inversión del esquema acto-potencia de modo que la potencia es anterior al acto, en el tiempo y, prioritario, ontológicamente (Llamas 2022, 232).

Potencia significa 1) un modo de ser (modalidad ontológica o *differentia entis*), que se opone a la realidad en acto, que es otro modo de ser (por contraposición al acto, determina a un ente en sí mismo); o 2) un principio, una potencia respecto a la actualización de otro ente. Es un principio previo que incluye los actos de modo objetivo y virtual (posible). El universo (entitativo) es intrínsecamente posible.

Escoto, al establecer la posibilidad formal, como «no repugnancia de los términos», es decir, con un sentido más amplio que la no contradicción, y en cuanto que combinados pueden producir posibles complejos, posibilita ciertos casos de contrariedad (posibilidad semántica) y ciertas verdades sobre la estructura de las cosas (posibilidad metafísica), que nos llevan a la posibilidad formal del objeto que en sí no puede ser imposible. Consecuentemente, la potencia activa es una realidad en sí que perfecciona el ente con anterioridad a su actuar.

Conclusión

[18] La metafísica del Sutil permite la racionalidad de lo posible como el espacio capaz de englobar de forma simultánea la contingencia de lo existente y de la quiddidad necesaria o metafísica. Esto supone pensar lo posible-real no esencializando la metafísica, sino partiendo de una metafísica de la esencia. Tiercelin (2016, 5) recuerda una pertinente cita de Edward J. Lowe:

Las ciencias empíricas dicen, en el mejor de los casos, lo que es el caso, no lo que debe o puede ser (pero no es) el caso. La metafísica se ocupa de las posibilidades. Pero sólo si podemos definir el ámbito de lo posible podremos determinar empíricamente lo que es real. Por eso las ciencias empíricas dependen de la metafísica y no pueden usurpar el papel que ésta debe desempeñar.

La metafísica escotista representa la fuerza de la posibilidad de la realidad en su objetualidad entitativa pura. Se trata de un acercamiento racional que unifica la experiencia humana interna o universal (trascendente y transcendental) del ser, capaz de poseer una fuerza lógica que se presenta dispuesta a la conceptualización de la potencialidad que muestra de forma significativa la física cuántica. Dicha conceptualización del potencial cuántico introduce una potencialidad universal a partir de un *objeto puro* (partículas esenciales) que permite realizar una matematización axiomática como modelo de comprensión de lo real determinado y que racionaliza la incertidumbre del mundo natural, más allá de la mera posibilidad estocástica o estadística y desarrollando el cálculo de posibilidades a áreas intrínsecas de la realidad.

La ciencia introduce problemas en la metafísica que paradójicamente ya habían sido contemplados por la penetrante mirada sobre el universo natural de la metafísica desde su propio lenguaje que no es ajeno al lenguaje formal pero no se identifica con él. La metafísica, de esta forma, proporciona un marco mental de creación científica, pero también —y lo que es más importante— le permite un marco de coherencia racional-real —más allá de verdades (metafísicamente) necesarias como sostiene Bird (2007)— a la teoría y metateorías científicas. Así no solo proporciona un

horizonte referencial a la ontología de los sistemas lógicos, un horizonte ontológico que sustente la capacidad humana de navegar en múltiples mundos (o navegación modal), sino que hace posible la ontología subyacente a la ciencia.

Referencias

- Armstrong, David M. 1983. "Are the Laws of Nature Necessary or Contingent?" Capítulo. En *What Is a Law of Nature?*, 158–71. Cambridge: Cambridge University Press.
- Aristóteles. 1982. *Metafísica*. 2ª Edición. Madrid: Gredos.
- Balan, Roger. 2005. "L'Étrangeté du monde quantique." *La jaune & la rouge* n. 604. <https://www.lajauneetlarouge.com/letrangete-du-monde-quantique/>
- Bird, Alexander. 2007. *Nature's Metaphysics: Laws and Properties*. Oxford: Oxford University Press.
- Bigelow, John, y Robert Pargetter. 1991. "Mathematics in Science." En *Science and Necessity*, 346–86. Cambridge: Cambridge University Press.
- Briggs, John S. 2021. "Quantum or Classical Perception of Atomic Motion." En *Molecular Beams in Physics and Chemistry*, editado por B. Friedrich, y H. Schmidt-Böcking, 195–221. Berlin: Springer.
- Conway, John y Simon Kochen. 2006. "Theorem of Free-Will." *Foundations of Physics* 36: 1441–73.
- De Finetti, B. 1931. "Probabilismo. Saggio critico sulla teoria delle probabilità e sul valore della scienza." *Logos* 14: 163–219.
- Dieudonné Jean. 1987. *Pour l'honneur de l'esprit humain. Les mathématiques aujourd'hui*. Paris: Hachette.
- Dumas, M. 1948. "L'introduction des probabilités dans les sciences concrètes." *Journal de la société statistique de Paris* 89: 435–43.
- Escoto, Juan Duns. 1954. *Opera omnia*. Vol. 3, editado por C. Balić, et al. Vatican City: Typis Polyglottis Vaticanis. [Ordinatio I, dist. 3.]
- Escoto, Juan Duns. 1966. *Opera omnia*. Vol. 17, editado por C. Balić, et al. Vatican City: Typis Polyglottis Vaticanis. [Lectura I, dist. 8–45.]
- Escoto, Juan Duns. 1973. *Opera omnia*. Vol. 7, editado por C. Balić, et al. Vatican City: Typis Polyglottis Vaticanis. [Ordinatio II, dist. 1–3.]
- Escoto, Juan Duns. 1997. *Quaestiones super libros Metaphysicorum Aristotelis*, Libri I–V, editado por G. Etzkorn, et al. Opera Philosophica 3. St. Bonaventure, N.Y.: The Franciscan Institute.

- Escoto, Juan Duns. 2008. *The Examined Report of the Paris Lecture: Reportatio I–A*, Texto latino y traducción al inglés. Vol. 2. Traducido y editado por Allan B. Wolter y Oleg V. Bychkov. St. Bonaventure, N.Y.: Franciscan Institute. [Distinciones 22–48.]
- Feynman, Richard. 1965. *The Character of Physical Laws*. London: Modern Library.
- Galavotti, Maria Carla. 2011. “On Hans Reichenbach’s Inductivism.” *Synthese* 181(1): 95–111.
- Georges, Antoine. 2010. “De l’atome au matériau. Les phénomènes quantiques collectifs: Chaire de Physique de la matière condensée. Leçon inaugurale prononcée le jeudi 8 octobre 2009.” En: *De l’atome au matériau. Les phénomènes quantiques collectifs. From the atom to matter. Collective quantum phenomena*. Paris: Collège de France, Fayard, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4000/books.cdf.337>.
- Girle, Rod. 2003. *Possible Worlds*. Routledge
- Huoranszki, Ferenc. 2019. “The Contingency of Physical Laws.” *Principia* 23: 487–502.
- Kielkopf, Charles F. 1978. “Duns Scotus’s Rejection of ‘Necessarily Exists’ as a Predicate.” *Journal of History of Philosophy* 16(1): 13–21.
- Kneale, William. 1949. *Probability and Induction*. Oxford: Clarendon Press.
- Knuuttila, Simo. 1981. “Time and Modality in Scholasticism.” En *Reforging the Great Chain of Being. Studies of the History of Modal Theories*, editado por Simo Knuuttila, 163–257. Dordrecht–Boston: Reidel.
- Kripke, Saul A. 1972. *Naming and Necessity*. Cambridge: Harvard University Press.
- Langford, Cooper H. 1930. “Otherness and Dissimilarity.” *Mind* 39: 454–61.
- Largeault, Jean. 1989. *Revue de Métaphysique et de Morale* 94(30): 419–21.
- Lewis, David K. 1986. *On the Plurality of Worlds*. Oxford: Blackwel.
- Llamas, Vicente. 2020. “Eidos e Identitas indiscernibilium en mecánica cuántica.” *Scientia et Fides* 8(1): 141–63. DOI: <https://doi.org/10.12775/SetF.2020.007>.
- Llamas, Vicente. 2022. “De univocatione entis revisión basal de una ontología dinámica.” *Cauriensia* 17: 213–42.
- Lowe, Edward Jonathan. 1998. *The Possibility of Metaphysics: Substance, Identity and Time*. New York: Oxford University Press.
- Penrose, Roger. 2004. *The road to Reality. A complete Guide to the Laws of the Universe*. London: Jonathan Cape.
- Putallaz, François-Xavier. 2001. “Introduction.” En *Duns Scot, John. 1307–1308. Tractatus de Primo Principio – Traité du premier principe*, traducción de J. D. Caglioli, J. M. Meilland y F. X. Putallaz, dirigido por R. Imbach). Paris: Vrin.

- Schrödinger, Erwin. 1932. *Über Indeterminismus in der Physik. Ist die Naturwissenschaft milieubedingt? Zwei Vorträge zur Kritik der naturwissenschaftlichen Erkenntnis*. Leipzig: J. A. Barth.
- Tiercelin, Claudine. 2016. "La métaphysique et les sciences. Les nouveaux enjeux." *Lato Sensu: Revue de la société de philosophie des sciences* 3(1). DOI: <https://doi.org/10.20416/lrsrps.v3i1.583>.
- Tiercelin, Claudine. 2011. *Le Ciment des choses*. Paris: Ithaque.
- Valentini Antony y Hans Westman. 2005. "Dynamical origin of quantum probabilities." *Proceedings of the Royal Society A Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 461: 253–72.
- Vernant, Denis. 1998. "Sign conceptions in logic from the 19th century to the present." En 2. *Teilband: Ein Handbuch zu den zeichentheoretischen Grundlagen von Natur und Kultur*, editado por Roland Posner, Klaus Robering y Thomas A. Sebeok, 1483–1511. Berlin, New York: De Gruyter Mouton.
- Wigner, Eugene P. 1960. "The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. Richard courant lecture in mathematical sciences delivered at New York University, May 11, 1959." *Communications on Pure and Applied Mathematics* 13: 1–14.