

DEFENSA DE LA CAUSALIDAD

ALEJANDRO SANVISENS HERREROS

RESUMEN:

La indeterminación microfísica, en el sentido de la interpretación de Copenhague, encuentra paradojas insolubles. Sólo una versión causal del indeterminismo cuántico de la medida es capaz de resolver los problemas.

Por otra parte, la validez y alcance del «principio» de causalidad, cuestionados por Hume, Kant y los autores positivistas, vuelve a revisarse desde un punto de vista realista.

Por fin se demuestra el llamado principio de razón suficiente del ser, con lo que el principio de causalidad queda a salvo de cualquier ataque.

SUMMARY:

The microphysical indetermination to the effect that is given by the Copenhague interpretation, find insolubles paradoxes. Only a causal version of the quantic indeterminism of the measure is capable to resolve the problems.

On the other hand, the validity and reaching of the causality «principle», questioned by Hume, Kant and the positivist authors, is revised again from a realistic point of view.

At last, the denominated principle of enough reason of being, is demonstrated, to setting the principle of causality about safe anyone impugnation.

1. CRISIS DEL PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO

Los pensadores contemporáneos parecen haberse resignado a la incomprensión del mundo. Algunos, impresionados por las consecuencias

de las teorías cuántica y relativista, han optado por negar la realidad objetiva y la causalidad y han creído encontrar en Hume o en Berkeley el apoyo filosófico de sus posturas. Otros han optado por la solución platónica, considerando que la auténtica realidad es un mundo ideal de carácter matemático. Así lo cree Heisenberg: «lo que realmente hace falta es un cambio en los conceptos fundamentales. Tendremos que abandonar la filosofía de Demócrito y el concepto de partícula elemental. Y en lugar de ello deberíamos aceptar el concepto de simetrías fundamentales que deriva de la filosofía de Platón»¹. Y Whitehead escribe en su libro *Proceso y realidad*: «La tendencia del pensamiento de estas conferencias es platónica... una serie de notas marginales a Platón».²

Algunos, ante la enormidad de los problemas planteados, se han escapado por la tangente, dedicándose al estudio del lenguaje. Otros, como David Bohm y Basil Hiley han preferido conservar el realismo y dar soluciones basadas en analogías interesantes. Los semimísticos han creado filosofías fenomenológicas, idealistas y mentalistas. Tal es el caso de Arthur Eddington, James Jean, Eugene Wigner, John Wheeler, Brian Josephson, etc. Incluso Bertrand Russell ha reconocido que: «La materia es sólo una característica matemática de los acontecimientos en el espacio vacío».³

Y por fin, no faltan los que han elaborado complejas soluciones basadas en infinitos mundos, como Hugh Everett, que más parecen ciencia ficción que otra cosa.

¿Por qué no puede ser sensata y comprensible una filosofía de la naturaleza en nuestra época? Para comprenderlo basta mencionar el problema del gato de Schrödinger. Para poner de manifiesto el carácter incompleto de la descripción cuántica del mundo subatómico, Schrödinger propuso un dispositivo experimental que puso y sigue poniendo en jaque a todos los científicos y filósofos: una fuente radioactiva que puede desintegrarse según las leyes del azar absoluto (interpretación cuántica) activaría un disparador cuando se desintegrara. El disparador rompería un frasco con cianuro y el cianuro mataría a un gato situado en la caja que contiene todos estos dispositivos.

Si es cierto, como supone la interpretación de Copenhague de la física, que el átomo se halla en un estado indefinido (desintegrado y no desintegrado al mismo tiempo) mientras no se observa, entonces el disparador debe estar activado y desactivado a la vez. El frasco de cianuro debe estar roto e

1. HEISENBERG, WERNER: *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. Madrid, Alianza Editorial, 2ª ed., 1980, p. 23.

2. Cita en Sheen, FULTON J.: *Filosofía de la Religión*. Barcelona, Edhasa, 1957, p. 220.

3. Cita en Sheen, FULTON J.: op. cit. p. 220.

intacto, y el gato, por consiguiente debe estar vivo y muerto al mismo tiempo.

A nadie le molesta mucho que le digan que un átomo está indefinido en cuanto a su estado de integridad, pero todo el mundo protesta cuando intentan «engatusarle» la demostración de que un gato puede estar vivo y muerto al mismo tiempo.

Sólo cuando se abre la caja, dicen, se colapsa la función de onda y se define el estado de los átomos y de los gatos. Según la teoría cuántica, en realidad el átomo no está integrado ni desintegrado, sino en una superposición de los dos estados, y permanece así indefinidamente, por más tiempo que pase, hasta que algún observador lo detecte, en cuyo caso esta interferencia hará salir al átomo de su estado esquizofrénico y lo llevará a uno de los dos estados ordinarios, de forma totalmente azarosa. Si esto fuera cierto, cada uno de los millones de átomos de un elemento se encontrarían de esta forma esquizofrénica, sin desintegrarse propiamente, hasta que un observador hiciera una medida. No se comprende entonces la evolución temporal del estado de radioactividad de la materia, porque es seguro que al cabo de un tiempo la radioactividad será mayor que al cabo del doble de tiempo. En definitiva, y hablando claro: la interpretación de Copenhague no puede ser correcta.

Todos los problemas en mecánica cuántica arrancan de los experimentos con doble rendija, en los cuales se envía luz o bien electrones y otras partículas hacia una pared con dos ranuras. Al otro lado de la pared se halla una pantalla detectora. Los resultados indican claramente que los electrones actúan como ondas, produciendo fenómenos de interferencia, pero también actúan como partículas, dando lugar a manchas puntuales en la pantalla. Este es el misterio del mundo cuántico.

Además, los experimentos del equipo de Alain Aspect, con haces de luz, realizados en 1982, acabaron de confirmar que la desigualdad de Bell no se cumple. Esta famosa desigualdad preveía unos resultados de acuerdo con las hipótesis llamadas realistas locales. Bernard d'Espagnat considera que estas hipótesis son tres: la existencia de objetos y propiedades reales con independencia de que sean o no observados, el principio de inducción y la imposibilidad de enviar influencias más rápidas que la luz (hipótesis de localidad). Alguna de estas tres hipótesis tiene que ser falsa. Lo más razonable, según D'Espagnat es que falle la hipótesis de localidad. Sin embargo hay muchos filósofos empeñados en que la hipótesis falsa es el realismo. Al fin y al cabo ¿no era esto lo que sugería el principio de indeterminación de Heisenberg?

Cuando un físico cuántico dice que la posición y el momento de una partícula no pueden estar determinados conjuntamente, y que, por tanto, existe una indeterminación en la posición, por ejemplo, ello no significa que la posición no ha podido ser medida con precisión, ni que la posición no es medible con precisión. Lo que significa es que la partícula no tiene

posición. El principio de indeterminación no es debido a una dificultad instrumental insuperable, sino a una inexistencia de cualidades tales como posición y momento. Dichas cualidades son creadas (determinadas) por efecto de una observación. Y, en virtud de una ley universal, dos propiedades complementarias no pueden determinarse (crearse) a la vez.

Niels Bohr considera que los electrones, protones y otras partículas, manifiestan en ciertos experimentos características de partículas, y en otros, características de ondas, pero estas ondas no son ondas reales, como el sonido, propagándose en un medio, sino que son ondas de probabilidad, tal como concibió Born. La probabilidad de detección de estas partículas sigue una norma ondulatoria, con sus correspondientes interferencias.

Cuando dos partículas han sido creadas juntas, en lo que se llama un estado *singlete*, debe conservarse el momento angular total conjunto igual a cero, y, por tanto, las fluctuaciones aleatorias en las propiedades de una de ellas deben correlacionarse con fluctuaciones aleatorias complementarias en las propiedades de la otra, por más que se hayan alejado en el espacio.

¿Qué misterio es éste? ¿Acaso se comunican entre sí a velocidades superiores a la de la luz? ¿Acaso están todas las partículas intercomunicadas? ¿Acaso estas correlaciones son acausales?

No son menos intrigantes ciertas paradojas de la teoría de la relatividad, como el hecho de que si un suceso es causa de otro, no puede ser posterior a él, pero si son independientes, entonces puede ser anterior, simultáneo o posterior según el sistema de referencia. Otra paradoja consiste en que un mismo objeto debe considerarse que gira con velocidad uniforme o bien con movimiento acelerado según el sistema de referencia. Basta considerar un anillo triangular encajado en un larguísimo prisma triangular, y observar que cuando se hace girar el prisma, el anillo debe girar a la misma velocidad, pero, si al mismo tiempo el anillo se desplaza linealmente a lo largo del prisma con movimiento acelerado, entonces, desde el sistema del anillo, ateniéndonos a los principios relativistas, el giro es acelerado, pero en cambio desde el sistema del prisma, el giro es uniforme.

Otra cuestión intrigante es que la velocidad de la luz es superada en el movimiento browniano, es decir en un movimiento incapaz de llevar señales. También debería preocupar a los relativistas el hecho de que al levantar una barra horizontal desde su punto medio, los dos extremos suben simultáneamente. Si estos extremos tocan sendos disparadores, los dos disparos podemos asegurar que son absolutamente simultáneos porque tienen una causa común. Sin embargo la teoría de la relatividad no permite tal afirmación.

La paradoja de los mellizos fue resuelta considerando que existía una asimetría entre ellos, puesto que uno se veía sometido a una aceleración y el otro no. ¿Qué se podría decir, entonces, en el caso de que no existiera

ninguna asimetría, es decir, cuando los dos mellizos partieran de la Tierra en direcciones opuestas y luego volvieran a encontrarse?

2. EL ORIGEN DE LAS DIFICULTADES

No hay que precipitarse y atribuir los conflictos a un defecto del principio de causalidad, o a la realidad puramente mental de las cosas. Antes de llegar a estas posturas que harían desbordar de gozo a Hume y a Berkeley, hemos de asegurarnos del camino que nos ha conducido hasta aquí.

El camino ha sido todo un conjunto de experimentos relacionados siempre con las ondas electromagnéticas o con las partículas subatómicas. Estos experimentos se han interpretado suponiendo que estábamos tratando con corpúsculos como pequeñas bolas de billar; corpúsculos cuya probabilidad de detección se regía por una estructura ondulatoria puramente matemática.

En la teoría de la relatividad especial tenemos el experimento de Michelson y Morley; el de Ives y Stilwell⁴ acerca del cambio de frecuencia de las líneas espectrales emitidas por átomos veloces, o el de Rossi y Hall⁵ realizado con muones en los rayos cósmicos, o los experimentos modernos con aceleradores de partículas, como el llevado a cabo en 1966 en el CERN de Ginebra, en el cual se enviaron iones hacia órbitas circulares y se midió su velocidad y su vida media, o los ajustes en relojes atómicos comunicados entre sí por ondas de radio en los sistemas de navegación de satélites, etc. En la relatividad general no podemos contar con la famosa rotación de la órbita elíptica de Mercurio (por dudosa), pero sí con el desplazamiento hacia el rojo de los rayos espectrales de la luz solar y también con el corrimiento hacia el rojo de la luz procedente del gas helio en una torre de veintidós metros y medio de altura de la Universidad de Harvard⁶. Las desviaciones de los rayos de luz por efecto de la gravedad observados en distintas ocasiones, aunque con resultados no siempre concordantes, se consideran otra prueba.

Para la teoría cuántica creo que no hace falta insistir. Su propio ámbito de trabajo es el mundo subatómico, aunque sus teorías intentan extenderse, por extrapolación, a lo macroscópico.

Ahora bien, nadie sabe a ciencia cierta qué es la luz, ni qué es un electrón o un protón, y mucho menos un muón. Y es lógico que surjan

4. IVES, H.E. Y G.R. STILWELL: «An experimental study of the rate of a moving atomic clock». *J. opt. soc. Am.* XXVIII, 215, 1938.

5. ROSSI, B. Y D.B. HALL: *Phys Rev.*, 59, 223, 1941.

6. GARDNER, MARTIN: *La explosión de la relatividad*. Barcelona. Salvat, 1988, p. 117.

paradojas que comprometan el principio de causalidad y el realismo cuando concebimos la luz o los electrones como partículas y como ondas de probabilidad.

A nadie convence la idea de unas ondas de probabilidad fantasmales, como las llamaba Einstein, que interaccionan sobre el papel, pero que se materializan en los resultados finales de los experimentos de colapso de ondas. Es mucho más fácil la solución ingenua de suponer que existen ondas reales en el éter y que estas ondas interfieren, se reflejan, se difractan y llevan energía que se manifiesta en movimientos de aparatos de medida, dando la impresión de que existen verdaderas partículas con propiedades tales como masa, posición, momento, spin, etc.

Si uno se molesta en pensarlo, ve que con esta hipótesis desaparece la paradoja del experimento básico de la física cuántica: el de las dos rendijas. Los físicos sensatos no pueden admitir que un electrón pueda pasar por las dos rendijas al mismo tiempo, pero en cambio quieren hacernos creer que unas ondas de probabilidad pasan por los dos orificios y luego interfieren y colapsan, dando unas bandas de interferencia. Más aún: quieren que creamos que los electrones de diversos países del mundo se ponen en comunicación entre sí para dar conjuntamente esta imagen de la interferencia en experimentos realizados con electrones independientes y reuniendo luego los datos.

Es mucho más sencilla la hipótesis de que los electrones son ondas reales y que, como tales, pueden pasar simultáneamente por dos agujeros y luego interferir realmente consigo mismos, como hacen las ondas. Roger Penrose⁷ admite que estas partículas deben estar en dos lugares a la vez, pero esto es imposible si pensamos en partículas; sólo es lógico si pensamos en ondas reales.

Cuando un físico relativista piensa en la luz, reconoce que es una onda, pero una onda requiere un medio de propagación. ¿Qué medio puede haber para algo que se propaga en el vacío? No cabe la solución convencional de que dicho medio es el espacio-tiempo, porque esta expresión se refiere a un sistema de posicionamiento puramente matemático, cuya realidad está en la mente del físico. Antes que admitir que la luz es una ondulación mental, considero más sencillo postular que la luz es una ondulación de un éter material de naturaleza desconocida. La consideración de un éter a través del cual las ondas luminosas siguen direcciones rectilíneas aunque éste se mueva, evitando el arrastre en la dirección perpendicular a la de su movimiento (fenómeno de la aberración), resuelve los problemas que dieron origen a la relatividad. La posibilidad de medida del movimiento respecto al éter queda también descartada.

7. PENROSE, ROGER: *La nueva mente del emperador*. Madrid, Mondadori, 1991, p. 321 y ss.

Por otra parte, antes que admitir que la gravedad es una curvatura del espacio-tiempo, es decir, una curvatura mental, prefiero postular que la gravedad es una manifestación de la influencia del éter.

Un éter con diversas posibilidades ondulatorias podría explicar la gravedad, los fenómenos electromagnéticos y las partículas elementales. Grandes científicos como Lorentz y Poincaré creían que había un éter. John Bell también lo cree, y afirma que para salir de la crisis contemporánea es preciso volver a las ideas relativistas preeinsteinianas⁸.

En todo caso, sea cual fuere la salida de esta crisis contemporánea, no podemos dejar que unos experimentos sobre entidades de naturaleza desconocida nos obliguen a creer que el mundo, en ausencia de observadores, es inexistente, ya que ello conduciría a una regresión infinita, para consolidar la existencia de los observadores, o bien a una demostración involuntaria de la existencia de Dios. Tampoco podemos dejarnos convencer de que existe un azar absoluto, es decir que ciertos fenómenos carecen totalmente de determinación y aparecen arbitrariamente. Si algún fenómeno que aparece no tuviera causa, ¿a qué vendría preguntarse por la causa de cualquier otro fenómeno no reducible a una pura regularidad de carácter matemático? Además, si lo macrofísico es una consecuencia de lo microfísico, la arbitrariedad microfísica llevaría a la arbitrariedad macrofísica.

En definitiva: no podemos dejar la filosofía de la naturaleza en manos de los científicos que la desprecian. Hay que conocer bien la ciencia para dar una buena orientación a la filosofía, pero no para dejarse amilanar por unas conclusiones tan dudosas como polémicas.

Pensadores como Planck, Rutherford, Einstein, De Broglie, Schrödinger, Dirac, Bell y muchos otros no quedaron convencidos con la interpretación de Copenhague, y nunca quisieron renunciar al principio de causalidad. Dice Dirac: «La aparente derogación de las leyes de causalidad puede atribuirse a una imperfección teórica inevitable de nuestros medios de observación»⁹.

3. UNA SOLUCIÓN DENTRO DE LA FÍSICA

El período de semidesintegración es característico de los elementos radioactivos. Cada uno tiene el suyo. Pudiendo desintegrarse a todas las velocidades concebibles, cada elemento lo hace a la suya (siempre la misma). ¿Es eso lo que esperábamos de un azar absoluto en los fenómenos

8. Cf. DAVIS, P.C.W. y J.R. BROWN: *El espíritu en el átomo. Una discusión sobre los misterios de la física cuántica*. Madrid, Alianza Editorial, 1989. Capítulo 3, pp. 65-80.

9. Cf. MARCOZZI, V.: *El problema de Dios y las ciencias*. Barcelona, Creds, 1967, p. 51 y 261.

de desintegración? Si cada átomo tiene «libertad» total para escoger su tiempo de desintegración, ¿cómo se ponen de acuerdo entre todos para conseguir el período de semidesintegración propio del elemento?

Ya es hora de dejar de hacer el avestruz y de asumir el compromiso de encontrar una interpretación razonable, es decir, causal, de la naturaleza microfísica.

Las ondas de materia y de luz (ondas en el éter) que hemos propuesto, no son fáciles de imaginar, pero es típico de ellas el transporte de energía cuantizada a través del espacio. Esta energía puede ejercer en cualquier punto un efecto corpuscular: por eso no es extraño que ahora, en experimentos sobre los llamados puntos cuánticos o pozos, parece que los electrones se comporten como ondas y como partículas simultáneamente¹⁰, aunque esta predicción debe confirmarse.

Schrödinger y De Broglie veían en las ondas de materia algo físico y no puramente abstracto. Fueron criticados, pero tal vez iban por el camino que lleva a la solución.

Es posible que un electrón no posea ni posición ni momento, como aseguran los físicos, pero eso sólo puede suceder en caso de que no se trata de una partícula, porque las partículas sólo son concebibles ocupando una posición y estando animadas por cierto momento. Como las ondas de probabilidad son conceptos abstractos, tampoco constituyen la esencia de los electrones. Parece, pues, evidente que los electrones deben ser algún tipo de ondas físicas de éter.

Esta hipótesis es compatible con el realismo, con la causalidad y con el indeterminismo físico. Creo que los físicos deberían tratar de ponerla a prueba. Dice Louis De Broglie¹¹: «Ahora bien, como Émile Meyerson había anteriormente subrayado, el físico es siempre, por instinto, un realista en el sentido filosófico de la palabra, y es dudoso que pueda proseguir útilmente su obra abandonando su creencia en una realidad objetiva».

Incluso después del experimento de Aspect, importantes científicos como Roger Penrose o David Bohn, no creen en el azar absoluto. Si se considera bien, la expresión azar absoluto carece de sentido.

¿Y qué hemos de pensar de los «gatos» de Schrödinger reales, como los que Brune cree encontrar en cavidades encerradas en metales superconductores?¹² Dichos gatos, previstos por Anthony J. Legget (los famosos SQUIDD)¹³, no dejan de ser gatos de fotones y de campos de

10. Cf. LIKHAREV, K.K. y T. Claeson: «Control del movimiento individual de los electrones». En *Investigación y ciencia (Scient. Amer.)* n. 191, Agosto de 1992, pp. 72-78.

11. DE BROGLIE, L.: *Por los senderos de la ciencia*. Madrid, Espasa Calpe, 1963, p. 168.

12. Cf. KNIGHT, P.: «Practical Schrödinger's cat». *Nature*, 357, Junio 1992, p. 438.

13. Cf. HORGAN, J.: «Filosofía cuántica». *Investigación y Ciencia (Scient. Amer.)*, n. 192, Sept. 1992, pp. 70-79.

microondas, por muy «observables» que sean. Algunos físicos intentan añadir términos no lineales a la ecuación de Schrödinger, a fin de que los estados superpuestos de un sistema converjan hacia un único estado conforme el sistema se hace mayor. Con ello intentan mitigar la paradoja. Pero, sea como sea, si hay «gatos encerrados» en situaciones indefinidas, es seguro que se trata de «gatos ondulatorios». En efecto: ¿qué se puede esperar de una onda real sino una extensión indefinida y unos efectos de interferencia, y, por fin, unas interacciones con la materia (colapso)? No hay nada de paradójico con esta clase de gatos, mientras sus estados no sean mutuamente incompatibles. Lo que no es aceptable es la suposición de que coexistan dos o más estados incompatibles en una misma realidad y que uno de ellos pueda hacerse único siguiendo las directrices del azar absoluto.

Tal como están las cosas en física cuántica, o bien se acepta que las propiedades de lo atómico no existen mientras no se observan, o bien hay que negar la separabilidad y el principio de equivalencia de los sistemas de referencia, que es la base de la teoría de la relatividad. Es paradójico que siempre que Bohr replicaba a los argumentos de Einstein, lo hacía aplicando la teoría de la relatividad. Por tanto se hace necesario, o bien revisar el sentido de la realidad de los entes subatómicos (y postular una teoría ondulatoria real), o bien abandonar la filosofía relativista (no sus logros calculísticos y formales), o las dos cosas. En todos los casos es inevitable volver a una hipótesis del éter.

4. PROBLEMAS CON EL PRINCIPIO DE CAUSALIDAD

Este principio ya fue enunciado desde la antigüedad por Platón: «todo nacimiento sin causa es imposible»¹⁴ y por Aristóteles: «La naturaleza no hace cosa alguna sin un motivo razonable y en vano».¹⁵

Los racionalistas del siglo XVII identifican causa con razón y hacen que el efecto esté comprendido en la causa y sea idéntico a la causa¹⁶. Más recientemente Meyerson afirma que: «el principio de causalidad no es otra cosa que el principio de identidad aplicado a la existencia de los objetos en el tiempo»¹⁷.

El principio de causalidad es un aspecto de otro principio más general,

14. PLATÓN: *Timeo*. Trad. C. Lled. París, 1845, v. 28.

15. ARISTÓTELES: *Tratado del cielo*, Lib. II, cap. XI, n. 2. en: *Obras*. Trad. Barthélemy Saint Hilaire.

16. Cf. FERRATER MORA, J.: *Diccionario de filosofía*. Buenos Aires, Ed. Sudamericana, 3ª ed., 1951, p. 144.

17. MEYERSON, EMILIO: *Identidad y realidad*. Trad. Joaquín Xirau Palau, Madrid, Ed. Reus, 1929, p. 38.

llamado principio de razón suficiente (o determinante), enunciado por Leibniz de la siguiente manera: «No podría hallarse ningún hecho verdadero o existente ni ninguna enunciación verdadera, sin que haya una razón suficiente para que sea así y no de otro modo. Aunque estas razones en la mayor parte de los casos no pueden ser conocidas por nosotros.»¹⁸

Wolff enuncia el principio de razón suficiente con la fórmula: «nada existe sin una razón de ser». Hume se centra en el principio de causalidad, que puede considerarse como una consecuencia del principio de razón suficiente, más general, y dice: «Es una máxima general en filosofía que todo lo que empieza a existir debe tener una causa de su existencia. Por lo común se admite la validez de esto en todo razonamiento, sin aducir ni exigir prueba alguna. Se supone que está basado en la intuición, y que es una de esas máximas que, aunque puedan ser negadas de palabra, los hombres no pueden poner en el fondo realmente en duda. Pero si examinamos esta máxima según la idea de conocimiento antes explicada, descubriremos que no hay rastro alguno de una tal certeza intuitiva; por el contrario, hallaremos que su naturaleza es por completo extraña a ese tipo de convicción».¹⁹

Para Hume la causalidad no es otra cosa que una sucesión de fenómenos ordenada temporalmente y repetida, y se conoce sólo empíricamente. Para él, la causa es algo subjetivo. No existe objetivamente, según Hume, ninguna conexión real que explique la repetición de esta sucesión ordenada de fenómenos. Así, dice: «y suponemos una conexión real e inteligible entre ellos (los objetos), conexión que no es otra cosa que una cualidad, sólo perteneciente al espíritu que los considera».²⁰ De hecho Hume está dispuesto a conceder que es posible que existan cualidades desconocidas en los objetos materiales e inmateriales, a las que podría llamarse «poder» o «eficacia», responsables de la actividad natural independiente de la mente. Así lo manifiesta unas líneas antes en el mismo párrafo que he citado. Se ve forzado a ello porque de otro modo tendría que atribuir la regularidad de la ley causal al puro azar. Como comenta Jacques Chevalier²¹, en el apéndice de su *Tratado* de 1740, Hume confiesa que su teoría es muy defectuosa, y, como conclusión de su quinto ensayo, sobre la solución escéptica de las dudas, reconoce que debe existir alguna especie de

18. LEIBNIZ, W.G.: *Monadología*, p. 32.; *Teodicea*, s. 44, 196, y *Carta 5ª a Clarke*, p. 125. Cita en: Leibniz, W.G.: *Monadología. Discurso de metafísica*. Trad. cast. Madrid, Ed. Sarpe, 1984, p. 37.

19. HUME, D.: *Tratado de la naturaleza humana*. Lib. I, parte 3ª, sección 3i. Traducción cast. Félix Duque, Barcelona, Ed. Orbis, Tomo I, 1985, p. 182.

20. HUME, D.: *Del conocimiento*. Trad. cast. Madrid, Sarpe, 1984, p. 122.

21. CHEVALIER, JACQUES: *Historia del pensamiento*. Tomo III. Madrid, Aguilar, 1969, p. 485.

«armonía preestablecida entre el curso de la naturaleza y la sucesión de nuestras ideas».

El sistema de Hume se muestra incompatible con la posibilidad de demostración de las leyes físicas partiendo de principios empíricos, puesto que ello equivaldría a encontrar alguna cosa en un objeto que nos llevara racionalmente a demostrar la necesidad de algún efecto determinado. Hume acepta como creencia la imposibilidad del azar. Ahora bien, esta creencia, para ser racional, debe proceder, según él, de la experiencia. Pero la experiencia nunca puede presentarnos generalizaciones. Para la mayor parte de cosas que vemos que suceden, no conocemos sus causas, y por lo tanto la experiencia no nos muestra palpablemente que, en cada caso, todo efecto tiene su causa. La aparición de sucesos imprevistos y extraños debería hacernos abandonar dicha creencia, si Hume estuviera en lo cierto.²²

Creo que a Hume le interesaría saber que, en la actualidad, el teorema de Noether y las teorías Gauge han permitido, partiendo de especulaciones apriorísticas, encontrar nuevos entes físicos.²³

Kant, en su anhelo de criticar a Hume, introdujo las nociones de forma y categoría, haciendo del espacio y el tiempo formas a priori de la sensibilidad, y de la causalidad una categoría de la razón, es decir, una condición para la posibilidad del entendimiento y la experiencia; una analogía de la experiencia. Pero, para empezar, Kant acepta el concepto de causa que impuso Hume, y así habla del principio de producción: «todo lo que ocurre supone algo anterior a lo cual sigue según una regla».²⁴

Roger Verneaux demuestra que la experiencia nos permite ver algo más que una pura sucesión regular de fenómenos²⁵, con lo cual la causa no es, en general, algo apriorístico, aunque es posible que lo pudiera ser en algún caso, como en el del tren que descarrila cuando se separan los raíles. De la separación de los raíles podríamos deducir que tiene que ocurrir alguna cosa especial en el tren, y, desde luego lo que le sucediera al tren podríamos atribuirlo con toda seguridad a la separación de los raíles.

Ahora bien, si las causas se conocen, en general, por la experiencia y el razonamiento, el principio de causalidad es, en cambio, apriorístico.

También demuestra Verneaux que causa y efecto son simultáneos, con

22. Esta es, según creo, la crítica que hace Ayer de la postura de Hume en este punto. Cf. Ayer, A.J.: *Hume*. Madrid, Alianza Editorial, 1988, pp. 117-118.

23. Cf. BOUTOT, ALAIN: «El poder creador de las matemáticas». *Mundo Científico (La Recherche)* n. 98, Enero 1990, pp. 78-86.

24. KANT, INMANUEL: *Crítica de la razón pura*. T. II, 58. Nota 2.

25. Cf. VERNEAUX, R.: *Crítica de la crítica de la razón pura*. Madrid, Rialp, 1978, pp. 109-111.

lo cual las concepciones de Hume y de Kant pierden su fundamento.²⁶

Para Kant, el principio de causalidad es a priori porque es algo constitutivo de nuestra mente y, por lo mismo, es indemostrable y subjetivo.

Los positivistas admiten que este principio es objetivo, pero lo limitan al ámbito del mundo sensible, donde tanto el efecto como la causa sean observables. Comte llega, incluso, a creer que: «las leyes naturales, verdadero objeto de nuestras investigaciones, no podrían permanecer rigurosamente compatibles, en ningún caso, con una investigación demasiado detallada»²⁷. Cree que una investigación más minuciosa nos llevaría a conocer fenómenos no sujetos a ley alguna. Por eso protestó contra las investigaciones microscópicas.

Con la concepción positivista del principio de causalidad, tras la observación por Leverrier de las perturbaciones del planeta Urano, éstas deberían ser acausales, puesto que no se podía observar ningún otro planeta que fuera responsable de ellas. Pero Leverrier no sólo predijo la existencia de Neptuno, sino también su tamaño y su distancia, sin haberlo visto o experimentado por sus sentidos.²⁸

Schopenhauer considera que la causalidad es una categoría y, al mismo tiempo, un momento principal del absoluto de la voluntad.²⁹ Lo interesante de Schopenhauer es su distinción de cuatro aspectos que requieren una razón suficiente: el devenir, el ser, el conocer y el querer (o el obrar). Para Schopenhauer, la ley de causalidad equivale al principio de razón suficiente del devenir: «Cuando uno o varios objetos se presentan en un nuevo estado, debe haber precedido otro estado anterior, al cual sigue regularmente, esto es, siempre, este otro nuevo estado en que ahora se presentan».³⁰

La causa, para Schopenhauer, es siempre un cambio anterior, y no una cosa, y además la causa origina siempre un cambio y no un ser³¹. Parece que este autor no tuvo un concepto claro ni de la fuerza ni de la acción ni de la intención. Una fuerza, por ejemplo, puede ser una causa, y sin embargo no es un cambio.

Por fin, para Schopenhauer «la ley de causalidad se circunscribe a la

26. Cf. VERNEAUX, R.: Op. cit. pp. 111-113.

27. COMTE, A.: *Cours de philosophie positive*. 4ª ed. París, 1877, vol. VI, pp. 637-638.

28. Cf. MARCOZZI, V.: *El problema de Dios y las ciencias*. Barcelona, Credsá, 1967, pp. 42-43.

29. Cf. FERRATER MORA, J.: Op. cit., p. 145.

30. SCHOPENHAUER, A.: *La cuádruple raíz del principio de razón suficiente*. «Trad. E. Ovejero. Madrid, Librería gral. de Victoriano Suárez, 1911, p. 58.

31. Cf. SCHOPENHAUER, A.: Op. cit., pp. 60-63.

sensación empírica y no puede ser aplicada a la investigación de la cosa en sí». ³²

Para Schopenhauer el principio de causalidad es una representación que nosotros aportamos al mundo, y el principio de razón suficiente expresa la conexión que existe entre todas nuestras representaciones, que nunca se presentan aisladas y separadas, y es indemostrable, puesto que: «la demostración es la exposición de la razón de un juicio», dice, pero parece un círculo vicioso el buscar la razón como si hiciera falta, puesto que esto supone admitir aquello mismo que se pretende demostrar.

No se da cuenta Schopenhauer de que el círculo vicioso existiría si hiciera falta una demostración para el principio de razón suficiente, pero no si simplemente existe una tal demostración. Es más, si hemos de ser consecuentes con dicho principio, el principio mismo ha de poder demostrarse. Lo que no puede hacerse es pretender que el principio ha de tener demostración sin haberla dado. En otras palabras: la demostrabilidad del principio de razón suficiente no es exigible, pero el principio mismo sí es demostrable, y debe serlo si es correcto. La demostrabilidad del principio está supeditada a la veracidad de dicho principio, pero la demostración del principio no está supeditada a nada y es algo que puede hacerse.

Para Mercier, el principio de causalidad se expresa así: «el ser existente, cuya existencia no le es esencial, existe en virtud de una acción exterior». ³³ Para Balmes, reza así: «todo lo que comienza ha de tener una causa», siendo la causa todo aquello que hace pasar algo del no ser al ser. Según él, el principio de causalidad es un axioma. ³⁴ Balmes refuta claramente la idea de Hume de que una sucesión constante genera la idea de causalidad. Para ello pone el ejemplo de cierto país en el que el frutal M florece siempre después que lo ha hecho el frutal N (de otra especie). Los campesinos no creen, sin embargo, que el florecimiento de N sea la causa del florecimiento de M. Se da aquí contigüidad y sucesión constante y además es un ejemplo natural, como el tan usado del trueno y el relámpago, que no es perfecto, debido a las excepciones que presenta.

Para mayor concreción de las ideas de causa y causalidad, remito al lector a las obras ya clásicas de Meyerson, Lalande y Ferrater Mora. ³⁵

32. SCHOPENHAUER, A.: Op. cit., p. 132.

33. MERCIER: *Tratado elemental de filosofía*. T.I. *Metafísica general*, p. 633.

34. Cf. BALMES, J.: *Obras completas*. T. II. *Filosofía fundamental*. Madrid, B.A.C., 1948, p. 751.

35. LALANDE, ANDRÉ: *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. 5ª ed. París, Presses Univ. de France, 1947.

Las obras de Meyerson y de Ferrater Mora son las ya citadas anteriormente.

5. DEMOSTRACIÓN DEL PRINCIPIO DE CAUSALIDAD

Se han propuesto varias demostraciones del principio de causalidad. Hume refutó varias acusándolas de circularidad y petición de principio. Lo mismo hizo Schopenhauer, y más recientemente De Margerie y Vinati consideraron el principio inmediatamente evidente e imposible de demostrar.

Como vamos a ver, este principio admite una demostración. Asumiremos que el principio de causalidad es una derivación del principio de razón suficiente, el cual podría enunciarse así: «todo ser requiere una razón que explique su existencia y peculiaridad». Si el ser en cuestión tiene en sí mismo esta razón, entonces su existencia es necesaria y debe existir siempre y desde siempre, sin modificación. Si el ser no tiene en sí mismo esta razón, deberá tenerla en otro (su causa) que lo origine o lo modifique y lo haga tal cual es (principio de causalidad: todo comienzo o modificación de existencia requiere una causa). Basta, pues, con demostrar el principio de razón suficiente, y el de causalidad quedará demostrado automáticamente.

Mi demostración del principio de razón suficiente es un sorites con cuatro proposiciones y una conclusión:

1. — El conjunto de los seres posibles es infinito potencialmente.
2. — Si los seres posibles no requiriesen una razón suficiente para existir, entonces sería posible que existieran todos a la vez.
3. — Eso significaría que sería posible la existencia de un conjunto infinito actual de seres.
4. — Pero el infinito actual es imposible.

Como resulta contradictorio que sea posible aquello que es imposible, podemos sacar como conclusión:

5. — Por consiguiente, los seres posibles para pasar a ser reales requieren una razón suficiente para su existencia (en el caso de los seres contingentes, dicha razón es su causa).

Revisemos someramente los cuatro puntales de esta demostración.

1. — Los seres posibles son infinitos potencialmente. Si existe un bolígrafo, entonces es posible la existencia de otros bolígrafos semejantes a él, y no hay límite posible en el número de los mismos, puesto que las especificaciones de tamaño y forma son infinitas potencialmente. Si pensamos en cualquiera de ellos, veremos que un fabricante de bolígrafos no tendría inconveniente en confeccionarlo, en cuyo caso pasaría a ser un ser real. Observemos que sólo se hace real cuando es pensado o fabricado, es decir, cuando hay una razón suficiente de su existencia.

2. — Si no requiriesen una razón suficiente para existir, sería posible que existieran todos a la vez, o al menos infinitos de ellos compatibles entre sí.

Este hecho, aunque evidente, es inimaginable. Pero la cuestión es que no hay ningún inconveniente para ninguno de los seres posibles, para que se haga real. Si la aparición de un ser no requiere causas de ningún tipo, en

tal caso podrían existir infinitos seres reales en acto, ocupando un espacio infinito. Nada podría oponerse a esta posibilidad de hecho, salvo que hiciera falta alguna razón suficiente para cada una de las existencias, en cuya ausencia tales existencias nunca pudieran darse.

Alguien podría objetar aquí que podría darse el caso de que, aunque no hiciera falta ninguna causa, muchos seres no pudieran existir debido a ciertos impedimentos, cuya eliminación fuera necesaria para su existencia. La remoción de dichos impedimentos no sería propiamente una causa, sino sólo una condición necesaria para la existencia de estos seres.

Ahora bien, supongamos que la existencia de una infinitud de seres posibles se hace imposible debido a la presencia de ciertos impedimentos. Pongamos un ejemplo: la existencia de infinitos granos de arena en el universo. Si pensamos en un lugar cualquiera del universo, siempre es posible llevar allí un grano de arena si no lo hubiere, pero supongamos que al llegar a cierto número de granos, se pusiera a actuar cierto impedimento que se opusiera a la existencia de un nuevo grano. Este impedimento actuaría como una ley necesaria en el seno de los entes materiales. Existiría una conexión necesaria entre el hecho de haber alcanzado tal estado el Universo, y el hecho de no poder seguir apareciendo nuevos granos de arena. La necesidad de esta conexión se infiere del hecho de que su violación implica la ausencia de impedimento real y, por tanto, la posibilidad de aumentar indefinidamente, o de estar ya en la situación de un universo con infinitos elementos materiales. Pero eso equivale a una razón de ser de inexistencia. Una imposibilidad de existencia. Recordemos que Hume negaba que pudiera haber relaciones lógicas entre asuntos de hecho diferentes. Aquí hallaríamos una: la existencia de cierto número de granos impide la existencia de otros.

En sí mismo, ningún grano de arena es imposible: la supuesta imposibilidad de existencia sólo surge cuando existe un determinado número de ellos. Pero ésta es la cuestión: ¿por qué los granos de arena han de surgir uno después de otro? Si no hay nada que impida la aparición de ninguno de ellos mientras no se llegue al número crítico, ¿por qué no pueden aparecer todos de golpe, aunque luego se aniquilen entre sí o explote el Universo? ¿Qué clase de información advierte a los granos de arena posibles que no deben hacer la imprudencia de aparecer todos a la vez?

Si los granos de arena posibles se avisaran entre sí de su decisión de aparecer, tal decisión podría tomarse como la causa de su existencia.

Por último, cabría pensar que, una vez puestos todos estos infinitos objetos en la existencia por un solo instante, explotara el Universo, o bien desaparecieran por interacción al darse cuenta de que habían sobrepasado el número crítico. Pero, en tal caso, habría existido un número infinito actual de seres, aunque sólo fuera un solo instante.

No hay ningún número crítico más allá del cual no puedan seguir apareciendo granos de arena en el Universo. Si en el Universo hay un

determinado número de granos y no otro, no es porque algo impida que se rebase cierto número, sino porque la existencia de cada grano requiere una razón suficiente, y éstas existen en número finito.

3. — Esto significaría que sería posible la existencia de un número infinito actual de seres.

Negar esta conclusión apoyándose en el principio a priori de que no hay infinito actual, es inferir una cuestión de existencia a partir de una razón a priori, lo cual molestaría mucho a Hume. Pero, además, al no poder negar la posibilidad de la llegada a la existencia de ninguno de los entes posibles aislados, tampoco la podemos negar de su conjunto, y si todos y cada uno llegan simultáneamente, nos encontraríamos con un infinito actual.

4. — Pero el infinito actual es imposible.

Este aserto, bien establecido por Balmes y por muchos otros filósofos, fue objeto de una nueva demostración de carácter matemático en mi anterior artículo publicado en *Convivium*³⁶.

Los cantorianos replicarían diciendo que una circunferencia tiene infinitos puntos. Pero eso es falso. Los puntos de la circunferencia se van creando a medida que se van señalando o pensando como sucesiones matemáticas definidas. Hay una potencialidad ilimitada de señalar puntos (infinito potencial), pero los puntos no existen realmente hasta que una flecha los señala o hasta que una mente piense en ellos, es decir: hasta que una razón suficiente los lleva a la existencia real a partir de la posibilidad pura.

Si no hiciera falta una razón suficiente, existirían, de hecho, en acto, infinitos puntos en una circunferencia o en un segmento, y entonces Zenón tendría razón y el movimiento sería imposible³⁷.

Mi demostración de la imposibilidad del infinito actual se basaba precisamente en el principio de coordinación cantoriano. Un infinito actual debería poder coordinarse con el infinito de los números naturales, pero, una vez establecida una correspondencia biunívoca, entonces, si añadiéramos un nuevo elemento, el nuevo conjunto ya no sería coordinable con el

36. SANVISENS HERREROS, ALEJANDRO: «Actualidad de las aporías de Zenón». *Convivium*, 2ª serie, n. 3, 1992, pp. 5-21.

37. Aprovecho aquí para aclarar a los lectores del artículo sobre Zenón (nota 36), que la objeción de que si la operación de contar intervalos de movimiento sobre el papel se hiciera por ejemplo utilizando marcas cada vez menores, entonces la velocidad de contaje podría permanecer constante, se resuelve considerando que entonces lo que se haría infinito sería la velocidad del movimiento de levantar el lápiz del papel. Y de esta forma, la argumentación sería iterativa, pero no podría seguir indefinidamente, porque la cantidad de variantes en las operaciones de contaje no puede ser infinita en acto. De forma parecida podríamos acudir a las derivadas sucesivas para solucionar posibles complicaciones del segundo Zenón de Grünbaum.

conjunto de los naturales, porque todos los números naturales estarían asignados en acto. Ello es contrario al principio cantoriano de que añadir uno al infinito deja igual al infinito.

En cada uno de los puntos de esta demostración del principio de causalidad hemos visto la naturalidad con que se explican las cosas cuando realmente se requiere una explicación para ellas, y el absurdo de un mundo sujeto a la arbitrariedad y la sinrazón. Se hace lógico que muchos seres posibles, aunque haya pasado todo el tiempo del mundo y la eternidad misma, no se hayan hecho reales. Les falta una razón suficiente para su existencia. No es arbitrario y absurdo el mundo, como piensan los que niegan el principio de razón suficiente o su universalidad, sino que es comprensible sólo cuando se admite que, entre todos los posibles, el real tiene una razón de su existencia, y por eso es racional y ordenado.

Esta demostración es importante porque permite descalificar las filosofías de Hume, de Kant y de los positivistas en esta cuestión y además permite estar bien seguro de que existe alguna explicación clara y racional a toda la parafernalia cuántica y relativista, de forma que el principio de causalidad queda libre de toda duda.

6. DISCUSIÓN

Al terminar este trabajo he recibido noticias de posibles objeciones a esta demostración. Por eso he intentado dilucidar todos aquellos aspectos que ofrecen alguna dificultad, agrupándolos en cinco puntos.

5.1. *Per se notum*.

Son muchos los filósofos que piensan que el principio de causalidad es evidente (*per se notum*). En mi tesis no podría hablarse propiamente de un auténtico principio, puesto que admite una demostración.

La idea de que el principio de causalidad es un axioma, una verdad evidente, no es en modo alguno despreciable. Por ejemplo, Heinrich Beck indica que la verdad del principio: «no la hemos conocido por generalización inductiva de la experiencia, sino por una comprensión inmediata de la naturaleza del ser (originándose) (a saber, al comprender que el ser [originándose] *como tal* no puede proceder del no ser, no puede estar fundamentado en la nada)...»³⁸.

Esta comprensión inmediata es como una visión intelectual, una intuición segura, tan firme e indudable que constituye un principio del conocimiento.

38. BECK, HEINRICH: *El Dios de los sabios y de los pensadores*. Madrid, Gredos, 1968, pp. 77.

Aunque es posible que, en rigor, no debiera llamarse principio a esta formulación, ya que admite demostración, por su carácter fundamental y por su naturaleza quasi intuitiva, tal vez sea preferible conservar esta denominación. Hay verdades evidentes que, sin embargo, admiten ser demostradas. Por ejemplo, aquel postulado que dice que todo número natural es distinto de su siguiente. En cualquier tratado sobre teoría de números puede hallarse una demostración del mismo.

Por consiguiente, puede resultar evidente (per se notum) el «principio» de causalidad y, al mismo tiempo, admitir una demostración.

5.2. ¿Puede hablarse de un infinito potencial?

En la proposición 1 de mi demostración hablo de un infinito potencial. Pero potencial significa que puede llegar a actual. Por eso, si negamos la posibilidad de un infinito actual, negamos también la de uno potencial.

Ciertamente, la denominación infinito potencial es incorrecta. Cuando hablo de infinito potencial me refiero a una colección siempre ampliable, nunca completa, nunca terminada. De esta colección sólo vemos una parte finita, porque está esencialmente inacabada, como los números naturales, los cuales se nos presentan siempre a nuestra mente en forma de subconjuntos finitos. Por tanto, estrictamente deberíamos hablar de un conjunto esencialmente incompleto. También podríamos hablar de un conjunto infinito, porque infinito significa no determinado. Se trata de un conjunto no realizado, no actualizado. Como aparece en vías de realización, sugiere la idea de potencial, aunque propiamente deberíamos prescindir de la palabra potencial.

5.3. ¿Por qué podrían existir infinitos seres?

En la proposición 2, sería más preciso comenzar diciendo: «si no requiriesen una razón suficiente para existir, sería posible que existiera cualquiera de los seres posibles en cualquier momento, aunque nadie lo pensara ni lo determinara de ninguna manera». Pero ello equivale a admitir la posibilidad de la existencia de todos y cada uno de ellos, y no sólo de los que algo o alguien pudiera crear o pensar.

De esta manera, la colección de seres reales podría pasar de ser finita a ser un infinito actual, porque ningún ser (pensado o impensado) requeriría de ninguna razón suficiente para hacerse real.

5.4. Impedimento para la existencia de un ser concreto.

En la misma proposición 2 aparecía una dificultad, que era la posibilidad de un impedimento para la aparición de cierto número de seres. Pero ¿y si suponemos que el impedimento de existencia afecta no a cierto número crítico de seres, sino a un ser concreto en particular? En tal caso seguiría siendo válido el argumento *ad hominem* contra Hume que he

expuesto, pero no el argumento apodíctico contra el número crítico dado después.

En este caso parece que podría darse una violación del principio de razón suficiente, porque se daría la circunstancia de que aunque los granos de arena, que no tienen aisladamente ningún impedimento, requerirían una razón suficiente de su existencia para evitar el problema del infinito actual, el ser concreto antes mencionado no requeriría razón suficiente.

Observemos, sin embargo, que en tal caso algunos seres requerirían una razón suficiente para existir, y otros no. Pero esto es imposible, porque la razón de ser es algo general. La pregunta acerca de por qué existe algo, es independiente de las particularidades de este algo. Lo que se pregunta es el porqué de la existencia, y por tanto, si la pregunta es válida para algún ser, ha de ser válida para todos, porque todos participan de la existencia. Estamos frente a un principio metafísico.

Si se requiere razón para la existencia de un ser, se requiere razón para la existencia de todos. Por eso, en la demostración, me he limitado a demostrar que se requiere razón para la existencia de cada uno de los granos de arena que pudieran haber en el mundo.

5.5. No se demuestra completamente el principio de razón suficiente.

He de reconocer que mi demostración no alcanza a la totalidad del principio de razón suficiente, sino sólo al principio de razón suficiente del ser (no al del devenir, ni al de querer, ni al del conocer). Espero que, sobre estas mismas bases, sea fácil demostrar estas otras partes. De cualquier modo, es suficiente para fundamentar el «principio de causalidad».