Signos Filosóficos
ISSN: 1665-1324
sifi@xanum.uam.mx
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa
México

Rolleri, José Luis

La interpretación frecuentista de la probabilidad: su inaplicabilidad a sucesos singulares

Signos Filosóficos, vol. VI, núm. 11, enero-junio, 2004, pp. 159-171
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa
Distrito Federal, México

Signos Filosóficos, vol. VI, núm. 11, enero-junio, 2004, pp. 159-171

La interpretación frecuentista de la probabilidad: su inaplicabilidad a sucesos singulares

JOSÉ LUIS ROLLERI*

Resumen: Se examina críticamente la interpretación de la probabilidad, dominante en la matemática y otros campos de la ciencia, que define a la probabilidad de un suceso S, relativamente a una secuencia o clase de sucesos C, como el cociente del número de casos en que acontece S y el número total de ocurrencias de sucesos en C, es decir, como la frecuencia de S relativamente a la secuencia C, para obtener la conclusión de que tal noción de probabilidad no es aplicable a sucesos singulares.

Abstract: *The interpretation of probability, dominant in mathematics and other scientific disciplines, that defines the probability of an event S, relatively to a sequence or class of events C, as the quotient of the number of cases in which S occurs and the total number of occurrences of events in C, that is, as the frequency of S relative to the sequence C, is critically examined, in order to obtain the conclusion that such notion of probability is not applicable to singular events.*

PALABRAS CLAVE: PROBABILIDAD, FRECUENCIA, SECUENCIA, APLICACIÓN, SUCESO

En la mitad del siglo XIX se originó la interpretación de la teoría de la probabilidad basada en frecuencias relativas observadas, como una alternativa a la interpretación subjetivista prevaleciente —respaldada por la autoridad de Pierre Simon marqués de Laplace—, de acuerdo con la cual los enunciados de probabilidad expresan nuestros estados de conocimiento incompleto acerca de las verdaderas causas que determinan a los sucesos.

George Boole, uno de los pioneros de la interpretación frecuentista, en 1854 arguye en esa dirección que:

* Profesor de la Universidad Autónoma de Querétaro, jlrolleri@hotmail.com

RECEPCIÓN: 2/03/01 ACEPTACIÓN: 1/09/03

> Las reglas que empleamos en los seguros de vida, y en otras situaciones estadísticas de la teoría de las probabilidades, son totalmente independientes del fenómeno *mental* de la expectativa. Ellas se basan en la asunción de que el futuro mostrara una semejanza con el pasado; que bajo las mismas circunstancias el mismo suceso tendera a repetirse con una frecuencia numérica definida, no sobre cualquier intento de someter el cálculo a la fuerza de las esperanzas o miedos humanos. (Boole, 1854: 244-25)

La objetivación del cálculo de probabilidades se intentó, en ese siglo, recurriendo a determinar de manera empírica las probabilidades con base en las frecuencias de las ocurrencias de los sucesos. Actualmente, ésta es la interpretación que domina en matemáticas y en diversas disciplinas científicas, como la física y la economía.

Aquí examino esta interpretación de la probabilidad con el propósito de mostrar que enfrenta algunos graves problemas, no del todo resueltos, por lo que resulta inviable. Los problemas principales se conocen como el de la clase de referencia, el de unicidad de valores de probabilidad y el de los sucesos singulares (*single case*). Llevo a cabo esta revisión crítica, fundamentalmente, en la obra de Wesley Salmon, quien es uno de sus principales defensores en la actualidad. Aunque hay muchos matemáticos y filósofos que han contribuido a esta interpretación —entre los que destacan Richard von Mises y Hans Reichenbach—, Wesley Salmon ha trabajado hasta fechas recientes en los problemas de dicha interpretación; de tal suerte que no se pierde en lo general por centrarnos en su obra. Él ha realizado serios intentos de resolver esos tres problemas, pero si bien las soluciones que ofrece a los dos primeros podrían ser plausibles no presenta, como veremos, ninguna solución viable al tercero, al problema de asignar valores de probabilidad a sucesos singulares, en contraste a clases de sucesos.

El propio Salmon considera que encontrar una interpretación física, objetiva, de la probabilidad es el problema filosófico fundamental de la misma. Para él una interpretación *física* de un sistema formal, como el cálculo de probabilidades, consiste en asignar significados a los términos primitivos del sistema y, de ahí, al sistema entero, por medio de referir a alguna parte del mundo físico.[1] De esta manera, una interpretación física de la teoría de la probabilidad consistiría en

[1] *Cfr*., Salmon, 1966: 197.

asignar significados a la función de probabilidad y al espacio de sucesos con referencia al mundo físico.

Además, Salmon establece tres criterios que debe cumplir una interpretación tal para ser adecuada. Estos son los siguientes:

> *Admisibilidad*. Se exige que los significados que se asignen a los términos primitivos transformen a los axiomas formales de la teoría de la probabilidad, y consecuentemente a todos los teoremas, en enunciados verdaderos.
>
> *Asignabilidad*. Se requiere que haya un método, al menos en principio, por el cual podamos asignar valores de probabilidad.
>
> *Aplicabilidad*. Se precisa que el concepto de probabilidad interpretado tenga significación predictiva práctica. (*cfr*., Salmon, 1966: 197-198)

Acerca del primer criterio no objetaré nada puesto que creo que la interpretación frecuentista lo satisface. Ciertamente, la definición de la probabilidad en términos de frecuencias relativas convierte a los axiomas de Andrei Kolmogorov en enunciados verdaderos. Sobre el segundo, creo que el método estadístico —que utiliza la noción frecuentista de la probabilidad— es un procedimiento que permite asignar valores de probabilidad a clases de sucesos pero, como se verá al final, no logra hacerlo a sucesos singulares. Acerca del tercer criterio, objetaré que los enunciados probabilistas interpretados como frecuencias relativas, aplicados a sucesos físicos singulares, carecen de significación y, por ello, para esos casos, no tienen aplicación predictiva. Al fallar esta interpretación, en asignar significado a los enunciados probabilistas particulares aplicados a sucesos singulares, fracasa en cumplir el último criterio y, por ello, no resulta ser una interpretación física adecuada.

ESBOZO DE LA INTERPRETACIÓN FRECUENTISTA

De acuerdo con esta interpretación, el dominio de aplicación del cálculo de probabilidades lo constituyen secuencias aleatorias de sucesos o resultados de experimentos indefinidamente repetibles. Esas secuencias pueden ser generadas por muy diferentes situaciones —nacimientos de niños, ensayos en ruletas o experimentos en sistemas cuánticos— pero, en todo caso, se precisa que los procesos en cuestión sean aleatorios, en el sentido que existan resultados alternativos posibles cuyas ocurrencias sean azarosas. El concepto de dispositivo azaroso, debido a Ian Hacking, expresa la idea general de tales procesos. Ese concepto establece que un dispositivo azaroso (*chance set-up*) es un aparato o parte del mundo físico en el que pueden efectuarse uno o más ensayos (*trials*), experimentos u observaciones: cada ensayo debe tener un único resultado, el cual es un miembro de la clase de los resultados posibles.[2]

Los frecuentistas requieren agregar que los ensayos de los experimentos en los dispositivos azarosos sean repetibles un gran número de veces; es más, de manera ideal, un número infinito de veces. Las secuencias largas o infinitas de ensayos, experimentos u observaciones conforman las clases, en referencia con las cuales ellos definen las probabilidades de los sucesos resultantes, como las frecuencias relativas con las que ocurren o como el límite de ellas, en el caso de secuencias infinitas. De esta manera, el dominio de aplicación de la teoría de la probabilidad está conformado por secuencias, largas o infinitas, de los resultados generados por dispositivos azarosos.

Una definición concisa del concepto frecuentista de probabilidad nos la ofrece Salmon cuando dice: "la probabilidad se define en términos del límite de la frecuencia relativa de la ocurrencia de un atributo en una secuencia infinita de sucesos".[3]

Salmon utiliza la notación P(A, B) = p, con $0 \leq p \leq 1$, para expresar enunciados de probabilidad, explicando que la probabilidad es una relación entre las dos clases A y B: la primera es la clase de referencia mientras que la otra es la clase-atributo. Así, los enunciados de probabilidad son enunciados generales que afirman que la probabilidad de la clase-atributo B es el número real p en referencia con la clase A, la cual es una secuencia infinita de resultados de ensayos, experimentos u observaciones.

En la notación de Salmon, la definición frecuentista de la probabilidad formalmente adopta la siguiente forma:

---

[2] C*fr*., Hacking, 1965: 13.

[3] Salmon, 1966: 217. A grandes rasgos, la noción de límite involucrada se define así: Sea fn una secuencia con n = 1, 2,... Entonces el límite de fn, conforme n tiende a infinito, es L si y sólo si para cualquier número real positivo ε, existe un número N tal que si n es mayor que N, el valor absoluto de $|fn - L|$ es menor que ε.

$$P(A, B) = \lim_{n \to \infty} F^n (A, B) = p,$$

donde F^n (A, B) representa la frecuencia relativa de la clase-atributo B en referencia a la clase A.

En referencia con secuencias finitas, los frecuentistas definen a la probabilidad de un atributo como la razón entre el número de los casos en que ocurre el atributo y el número de los casos ensayados, es decir, $P(A, B) = | B | / | A |$.

LOS PROBLEMAS DE LA INTERPRETACIÓN FRECUENTISTA

Un primer problema es la cuestión de cómo se especifican las clases-atributo. Como Salmon anota, en matemáticas las secuencias infinitas que convergen a un valor determinado como límite son generadas por una regla matemática; por ejemplo, las reglas $1/n$ y $1/2^n$ (n = 1, 2,...) dan lugar a secuencias con límite 0. En cambio, las clases-atributo en la interpretación frecuentista son generadas por dispositivos azarosos físicos —como el que genera el repetido lanzamiento de una moneda— para los cuales, en general, no se conocen reglas matemáticas que pudieran arrojar de manera precisa esos conjuntos. Esto significa que uno no está justificado a hablar de los límites de tales secuencias de sucesos físicos, puesto que, en general, no se puede probar que existan.[4]

Un segundo problema concierne a la postulación de una cardinalidad infinita numerable de las clases de referencia y de las clases atributo. Es imprescindible, en el enfoque frecuentista, apelar a secuencias infinitas para usar la noción de límite en la definición de las probabilidades, pero en la práctica, desde luego, ningún frecuentista puede obtener jamás tales secuencias. Es cierto que algunos de ellos, por ejemplo Salmon, hablan de secuencias potencialmente infinitas, pero esto no tiene ningún efecto en la aplicabilidad física de la definición frecuentista.

Quizá sea excesivo tomar de manera literal la definición frecuentista de probabilidad. Algunas veces, los frecuentistas hablan más bien de secuencias largas (*long runs*) actuales en lugar de infinitas. Pero si se restringe así la definición de probabilidad tenemos que, por un lado, no puede introducirse la noción de límite sin apelar a una cláusula contrafáctica como "el límite de la frecuencia relativa de B sería p si se continuara la secuencia A indefinidamente *ad infinitum*" y, por

[4] Véase Salmon, 1966: 217-218.

otro lado, esas secuencias largas realmente no podrían ser actuales porque, parafraseando a Keynes, a la larga todos habremos muerto.

Ahora, si se acota la definición frecuentista a secuencias finitas, como lo han propuesto algunos autores como Bertrand Russell y Richard Braithwaite,[5] está uno compelido a renunciar al concepto de límite en la definición de probabilidad, puesto que no se puede inferir ningún enunciado acerca de un límite a partir de una secuencia finita inicial.

Quizá las anteriores dificultades no sean insalvables, al menos Salmon así lo considera. Sin embargo, el problema central de esta interpretación, en conexión con su aplicabilidad física, el llamado problema de los sucesos singulares es más difícil de sortear, como el propio Salmon anota.[6]

He señalado que los enunciados de probabilidad, desde esta interpretación, son enunciados generales acerca de las probabilidades de las clases-atributo: los valores de probabilidad se asignan a clases-atributo y, valga decirlo, las clases son entidades abstractas. A partir de esos enunciados no podemos extraer las probabilidades de los miembros de esas clases, de los casos singulares de los atributos. Por esto surge *el problema de los sucesos singulares*: asignar un valor de probabilidad a un caso singular, a partir de la probabilidad asignada a una clase-atributo, de la cual es miembro.

Von Mises, reconociendo este problema, negó que pudieran asignárseles significativamente probabilidades a sucesos singulares.[7] Reichenbach, por su parte, intentó una salida. Para él habría que:

> [...] considerar el enunciado acerca de la probabilidad de un caso singular, no como teniendo un significado por sí mismo, sino como representando un modo elíptico de hablar. Para adquirir significado el enunciado debe ser traducido en un enunciado acerca de una frecuencia en una secuencia de repetidas ocurrencias. Así se otorga un *significado ficticio* al enunciado concerniente a la probabilidad del caso singular, construido por una *transferencia de significado del caso general al particular*. (Reichenbach, 1949: 376-377)

---

[5] 1977 y 1952, respectivamente.

[6] *Cfr*., Salmon, 1979: 202.

[7] Referido por Salmon, 1979: 194.

Esta propuesta de Reichenbach no soluciona el problema sino lo transfiere a las clases de referencia, porque un suceso singular puede pertenecer a muchas secuencias con diferentes probabilidades asociadas, de donde surge *el problema de las clases de referencia*: decidir de cuál de tales secuencias se toma la probabilidad para asignarla al suceso singular.

Expresamente, Salmon reconoce el problema de los sucesos singulares explicando que, según la definición oficial de la interpretación frecuentista, el concepto de probabilidad sólo es significativo en relación con secuencias infinitas de sucesos y no en referencia a sucesos singulares.[8]

De la solución de este crucial problema depende que podamos atribuir un carácter objetivo, físico, a los enunciados singulares de probabilidad. Si bien Salmon arguye que "Un enunciado acerca de la probabilidad de un tipo particular de sucesos es un enunciado objetivo acerca de la frecuencia con que los sucesos de ese tipo ocurren".[9] No se sigue que podamos atribuir el tipo de objetividad física a los enunciados singulares de probabilidad, enunciados como P(A, b) = p, donde 'b' refiere a un suceso singular. La dificultad, de nuevo, radica en que los enunciados generales frecuentistas de probabilidad no asignan un valor de probabilidad a los sucesos miembros de las secuencias.

Sólo en la medida en que los frecuentistas sean capaces de encontrar una solución aceptable al problema de los casos singulares, podrán aplicar probabilidades, como frecuencias relativas, a sucesos físicos en particular y, con base en ello, mantener que los valores de probabilidad que asignan son objetivos en sentido físico.

Como he anotado, el problema anterior conduce al de las clases de referencia, esto es, al problema de elegir una única secuencia entre varias secuencias con diferentes frecuencias relativas asociadas, de las que un suceso singular puede ser miembro. Salmon se ha ocupado de resolver este problema con base en un concepto de homogeneidad objetiva y, con ello, encontrar una solución al de los sucesos singulares. Él vincula estrechamente la solución de ambos problemas; por ejemplo, en el contexto de una crítica a Popper respecto del primer problema dice que:

---

[8] *Cfr*., Salmon, 1966: 224.

[9] Salmon, 1966: 218.

> La solución, como prefiero ponerla, consiste en que el suceso singular debe referir a la clase de referencia homogénea más amplia, y su probabilidad o peso debe ser tomado como la frecuencia límite en *esa* clase de referencia en particular. (Salmon, 1979: 194-195)

Ambos problemas están conectados en el sentido de que la solución del problema de los sucesos singulares precisa de una solución previa del otro. No obstante, la solución del problema de las clases de referencia que propone Salmon, como se verá adelante, conduce, en todo caso, a resolver *el problema de la unicidad de los valores de probabilidad*: este problema consiste en que las frecuencias —y de ahí, las probabilidades— de las clases-atributo al ser relativas a las clases de referencia, varían cuando cambian estas clases: ¿cómo podemos entonces asignar un único valor a las clases-atributo? Salmon pretende resolver esos problemas definiendo la noción de clase de referencia objetivamente homogénea, la cual reviso enseguida.

LAS CLASES DE REFERENCIA OBJETIVAMENTE HOMOGÉNEAS DE SALMON

Salmon propone, así, un concepto objetivo de clase de referencia homogénea. Se dice que una clase de referencia A es *homogénea* con respecto a un atributo B, si no hay un conjunto de atributos C_i de los cuales se pueda obtener una partición relevante de A.[10] Y una partición de A por medio de un conjunto C_i de atributos es *relevante*, con respecto al atributo B, si para alguna i, $P(A \cap C_i, B) \neq P(A, B)$.[11] Hay dos particiones que resultan ser clases homogéneas pero triviales, a saber, cuando todo A es B o cuando ningún A es B. Para lograr que el concepto de homogeneidad no resulte vacío, excepto casos triviales, se precisa establecer algunas restricciones a los tipos de particiones apropiadas.

El concepto original de colectivo de Richard von Mises se enfrentó a este problema —eliminar las particiones inadecuadas— introduciendo la noción de selección de lugar. El fin de esta noción es establecer que una secuencia infinita es aleatoria si el límite p de la frecuencia de un atributo B, en cualquier subsecuencia seleccionada a partir de ella, tiene el mismo valor p. Se ha encontrado vacío este

[10] Una partición de un conjunto A es una familia de subconjuntos no vacíos de A ajenos entre sí por pares y cuya unión es igual a A.

[11] Salmon, 1977: 399.

concepto —exceptuando los casos triviales— en virtud de cierta regla de selección de lugar que muestra que, para cualquier secuencia infinita original, con cierto límite de frecuencia para un atributo B, hay subsecuencias que divergen de ese límite.[12]

Para salvar la dificultad anterior, Salmon elabora, un concepto de homogeneidad objetiva basado en una noción matemática de aleatoriedad. La idea básica consiste en agregar un requisito de invariancia de los límites de las frecuencias con respecto a selecciones de secuencias asociadas al requisito de von Mises de tales invariancias con respecto a selecciones de lugar.

Salmon define, entonces, una noción de homogeneidad objetiva estipulando que una clase de referencia A es *objetivamente homogénea*, con respecto a un atributo B, si y sólo si la probabilidad de B dentro de A es invariante bajo toda selección de secuencias asociadas.[13]

No es mi propósito examinar aquí si esta definición de Salmon es adecuada, porque creo que en todo caso no resuelve el problema de los sucesos singulares. Supongase, pues, que Salmon logra delimitar las clases de referencia objetivamente homogéneas y que, con ello, ofrece una plausible solución al problema de las clases de referencia, planteado en términos de seleccionar la secuencia adecuada para que las asignaciones de valores de probabilidad resulten invariantes. Pero, aun así, queda en pie el problema de los sucesos singulares, porque de manera precisa cuando se introduce la definición de la probabilidad como una propiedad de clases-atributos en referencia a clases objetivamente homogéneas, en términos de frecuencias relativas, se cierra la posibilidad de asignar valores de probabilidad a sucesos singulares: no tiene sentido decir que *p* es la probabilidad (léase: frecuencia relativa) del suceso singular b, porque las frecuencias relativas no son propiedades de sucesos singulares.

No veo cómo, aun contando con la objetividad de la asignación de frecuencias relativas a clases-atributos, respecto a clases de referencia homogéneas, podríamos asignar valores de probabilidad, como frecuencias relativas, a sucesos físicos, concretos, en particular. De manera expresa, las probabilidades invariantes respecto de clases de referencia objetivamente homogéneas, que Salmon define, son probabilidades de *clases-atributos*. Con base en esto, creo que se puede afirmar que subsiste el problema de dar cuenta de cómo se co-

[12] *Cfr*., Salmon,1977: 400.

[13] Salmon, 1984: 61.

nectan las probabilidades como frecuencias relativas de clases-atributos con sucesos físicos singulares.

Salmon traza una distinción entre dos problemas relacionados con los sucesos singulares: uno es sobre la *aplicación* de la probabilidad a casos singulares, el otro consiste en la *definición* de la probabilidad a casos singulares.[14] Acerca de este último nuestro autor reconoce que (hasta ese año): "es verdad que no he ofrecido una definición de probabilidad que haga semánticamente aplicable ese término a casos singulares".[15] Mas acerca del primero, Salmon arguye que los frecuentistas han elaborado una teoría de aplicación de la probabilidad a casos singulares.[16]

Ahora bien, refiriéndose a su artículo "Objectively homogeneous reference class" (1977), Salmon señala que sus esfuerzos sistemáticos, para caracterizar de manera formal el concepto de clase de referencia homogénea, no han dado resultados por completo satisfactorios al propósito de que las frecuencias, relativas a secuencias, produzcan valores únicos.[17] Se puede considerar el anterior concepto de homogeneidad objetiva[18] como un intento en esta dirección. Pero, aunque este último intento sea exitoso, el problema que resuelve, en todo caso, es el de la unicidad de los valores, esto es, de la dificultad que surge de la *relativización* de las frecuencias observadas a las clases de referencia.

Al homogeneizar de manera objetiva estas clases con respecto a un atributo, Salmon puede definir la probabilidad de las clases-atributo como una propiedad invariante. Pero ¿cuál es la relación de este resultado con el problema de los sucesos singulares? Es claro que hay un vínculo entre este problema y el de la unicidad de los valores asignados, como Salmon anota: "la unicidad permanece como un problema para los frecuentistas en su tratamiento de casos singulares",[19] porque dentro del enfoque frecuentista ¿cómo podríamos intentar asignar un valor de probabilidad a un suceso singular si aún no se logra asignar un valor único a la clase-atributo de la que es miembro? Esto significa que para plantear, dentro del enfoque frecuentista, el problema de los sucesos singulares se precisa

[14] *Cfr.*, Salmon, 1977: 203.

[15] Salmon, 1977: 202.

[16] *Cfr.*, Salmon, 1977: 203.

[17] *Cfr*., Salmon, 1977: 204.

[18] *Cfr.*, Salmon, 1984.

[19] Salmon, 1984.

solucionar primero el de la unicidad de los valores, pero de la resolución de este problema no se deriva una solución de aquél.

El problema semántico —que Salmon reconoce— de definir el concepto de probabilidad para sucesos singulares permanece abierto.[20] Este problema proviene de la *definición frecuentista* de las probabilidades como frecuencias relativas a secuencias largas o como el límite de las frecuencias relativas a secuencias infinitas. Esto significa que la dificultad involucrada en conexión con el problema de los sucesos singulares es *conceptual*, ya que la noción frecuentista de probabilidad sólo tiene sentido referida a secuencias o clases, pero no a sucesos singulares. Por ello, no es viable sostener –como lo hace Salmon– que esa noción tiene una *aplicación física* coherente, al menos no a sucesos singulares.

CONCLUSIONES

Para finalizar, concluyo que si bien la interpretación frecuentista representa un acercamiento a interpretar de manera objetiva la teoría de la probabilidad —en relación con la interpretación subjetivista— por recurrir a las frecuencias con las que ocurren los sucesos físicos, las cuales pueden determinarse de forma empírica, no logra dotar de significado objetivo, en sentido físico, a los enunciados de probabilidad de sucesos singulares, porque no logra asignar valores de probabilidad a sucesos físicos singulares. Además, a pesar de la utilidad de esa noción en estudios estadísticos, desde el punto de vista conceptual resulta insatisfactoria, porque ¿qué caso tiene una noción de probabilidad que no es semánticamente aplicable a sucesos singulares, que no tiene significado referida a sucesos?

Por lo anterior, podemos afirmar que la interpretación frecuentista no puede considerarse como una interpretación física, objetiva, de la probabilidad, al contrario de lo que pretende Salmon.

Cabe aquí señalar que, como explica claramente Richard Giere (1976), cualquier enfoque a la probabilidad que defina o caracterice directamente a las probabilidades de los sucesos singulares, sin apelar a clases de referencia, automáticamente elimina el problema de los sucesos singulares o, más bien, no surge este problema.

[20] En uno de sus últimos trabajos, (1994), Salmon hace referencia al concepto de homogeneidad objetiva, pero no hace ningún señalamiento respecto a su relación con el problema de los sucesos singulares.

Para poder apreciar esto último veamos de forma breve la formulación original de Popper de su interpretación propensiva de la probabilidad. Como algunos autores han señalado —Salmon (1979) y Giere (1973)—, hay una ambigüedad en esa presentación de Popper entre una interpretación propensiva de secuencias virtuales y una de casos singulares (*single case*). Salmon explicita esta versión doble con un par de citas textuales extraídas de Karl Popper (1957) que reproduzco:

> Todo arreglo experimental es *propenso a producir*, si repetimos el experimento muy frecuentemente, una secuencia con frecuencias que dependen de este arreglo experimental particular. Esas frecuencias virtuales pueden ser llamadas probabilidades (Popper, 1957: 67).
>
> El punto principal de este cambio es que ahora tomamos como fundamental la probabilidad del resultado de un experimento singular, con respecto a sus *condiciones*, más bien que la frecuencia de resultados en la secuencia de experimentos. (Popper, 1957: 68)[21]

En la versión de las secuencias virtuales, en el primer párrafo, subsiste el problema de los casos singulares, mas en la versión de estos, referida por el segundo párrafo, al considerar las propensiones, primariamente, como propiedades de sucesos singulares resultantes de ciertos dispositivos experimentales, sí se evita ese problema.

Esa ambigüedad de Popper puede, por supuesto, eliminarse en favor de una interpretación propensiva en términos de sucesos singulares, como lo hace el propio Giere (1973), con lo que ese problema no se presenta.[22]

BIBLIOGRAFÍA

Boole, George, (1854), *An Investigation of the Laws of Thought on which are founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, Londres, Mcmillan.

[21] Véase Salmon, 1979: 196-197.

[22] Un ejemplo más que evita ese problema, porque se interpretan las probabilidades con base en posibilidades objetivas de sucesos singulares, se encuentra en Rolleri, 2002.

Braithwaite, Richard, (1952), *La explicación científica*, Madrid, Tecnos.

Giere, Ronald, (1973), "Objective single-case probabilities and the foundations of statistics", en *Logic, Methodology and the Philosophy of Science*, IV, Patrick Suppes *et al* (eds.), North Holland, Elsevier, pp. 467-483.

_________, (1976), "A Laplacean formal semantics for single-case propensities", en *Journal of Philosophical Logic*, vol. V, pp. 321-353.

Hacking, Ian, (1965), *The Logic of Statistical Inference*, Cambrige, Cambridge University Press.

Reichenbach, Hans, (1949), *The Theory of Probability*, Berkeley, University of California Press.

Russell, Bertrand, (1948), *El conocimiento humano*, Madrid, Taurus.

Rolleri, José Luis, (2002), "La probabilidad como grado de posibilidad", en *Crítica*, México, Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM, vol. XXXIV, núm. 101, pp. 3-26.

Salmon, Wesley C., (1966) "The foundations of scientific inference", en R. G. Colodny (ed.), *Mind and Cosmos*, Pittsburg, University of Pittsburg Press, 135-275.

_________, (1977), "Objectively homogeneous reference class", en *Synthese*, núm. 36, pp. 399-414.

_________, (1979), "Propensities: a discussion review", en *Erkenntnis*, núm. 14, pp. 183-216.

_________, (1984), *Scientific Explanations and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press.

_________, (1994), "Causality without counterfactuals", en *Philosophy of Science*, núm. 61, pp. 297-312.

Popper, Karl, (1957), "The propensity interpretation of the calculus of probability and the Quantum theory", en S. Körner (ed.), *Observation and Interpretation in the Philosophy of Physics*, Londres, Butterworth, pp. 65-70.