

EL CONCEPTO DE PROBABILIDAD*

LEÓN OLIVÉ
Universidad Autónoma
Metropolitana-Iztapalapa
Instituto de Investigaciones
Filosóficas

Habiendo revisado algunas de las más importantes interpretaciones de la noción de probabilidad, he llegado a la conclusión de que ninguna de ellas integra, por sí sola, una teoría adecuada de este concepto.¹ No sólo es poco satisfactorio el significado que asignan, cuando lo hacen, al término 'probabilidad', sino que tampoco analizan apropiadamente a qué se refieren los enunciados probabilísticos —si es que se refieren a algo— ni dan cuenta exacta del papel de los métodos de asignación de probabilidades numéricas o de los procesos racionales que se ponen en juego cuando una persona decide apostar dinero con relación a la ocurrencia de eventos que considera probables.

En este trabajo expongo algunas ideas que, según considero, pueden servir de base para una teoría de la probabilidad que enfrentaría con éxito estos problemas. Tal teoría incorporaría importantes aspectos de las otras interpretaciones, pero diferiría de cada una de ellas en puntos fundamentales. En el curso del trabajo señalo los aspectos que la teoría que bosquejo toma de otras interpretaciones, al mismo tiempo que

* Agradezco a los estudiantes de la maestría en Filosofía de la Ciencia de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa sus comentarios a una versión previa de este trabajo. Luis Villoro leyó la versión semifinal y me hizo un estimulante comentario. Ulises Moulines me ofreció importantes críticas y algunas de sus observaciones quedaron incorporadas en esta versión. También debo reconocimiento a Rom Harré, con quien discutí las primeras ideas que aquí presento.

¹ He revisado las siguientes teorías: modal, de la propensión, del rango, de la frecuencia, subjetivista y logicista. La exposición detallada de ellas rebasa la intención de este trabajo. Al discutir sus rasgos fundamentales indicaré fuentes donde pueden encontrarse exposiciones cuidadosas.

intento mostrar las limitaciones de cada una de ellas y los puntos en los cuales me parecen equivocadas.

Los matemáticos han desarrollado un riguroso cálculo de probabilidades. Con frecuencia se llama a ese cálculo teoría matemática, o teoría axiomática de la probabilidad. La posición que asumo es que ese cálculo es un sistema formal no interpretado. El problema es precisamente cómo entender los conceptos involucrados en la interpretación de ese sistema. El interés recae, pues, en los problemas filosóficos que plantea el concepto de probabilidad, no en los matemáticos.²

UN ENFOQUE INFORMAL: LA TEORÍA MODAL

Examinando el uso que se da al término 'probable' en el lenguaje cotidiano, se encuentra que es una palabra modal. Esto es, la palabra 'probable' se emplea para modificar la fuerza con la cual decimos algo, pero no afecta aquello de lo cual estamos hablando.

Cuando una persona dice 'es probable que llueva mañana', está hablando, indudablemente, del tiempo de mañana. Seguramente tiene algún fundamento para afirmar que lloverá mañana, pero al mismo tiempo encuentra razonable dudar. En tal circunstancia afirma su proposición *con reserva*. El término 'probable' aparece para manifestar esa reserva.

Ésta es fundamentalmente la posición de la teoría modal. Esta interpretación ha sido enérgicamente defendida por Stephen Toulmin.³ Este autor admite que una persona puede tener diferentes grados de confianza en lo que afirma. La probabilidad no sólo califica afirmaciones, sino también ofrece indicaciones de la medida en que el sujeto que hace la afirmación se siente respaldado para hacerla. Así es como la cuantificación entra en escena. "Con las predicciones —dice Toulmin— surge una nueva posibilidad, especialmente cuando un tipo particular de evento puede recurrir,

² Espero dejar claro, con esto, que llamo teorías de la probabilidad a las diferentes interpretaciones del concepto de probabilidad y no a los sistemas formales que constituyen los cálculos de probabilidades.

³ Véase S. Toulmin, [1958].

a intervalos, en una forma muy semejante; ahora tenemos la capacidad de indicar numéricamente la confianza que merece una cierta proposición. En este punto los métodos matemáticos pueden entrar en la discusión.”⁴

Toulmin sostiene que la introducción de la teoría matemática de la probabilidad no afecta la idea de que la probabilidad es un dispositivo lingüístico para expresar la reserva con que una persona desea afirmar algo.

Admito que la noción de probabilidad puede entenderse en términos del manejo de palabras modales en el lenguaje ordinario. Pero no sigo a Toulmin en la afirmación de que ese análisis agota el concepto de probabilidad. Esta afirmación equivaldría a sostener que hay un único sentido del concepto de probabilidad, el cual es suficientemente aclarado por la teoría modal.

En mi opinión, hay por lo menos dos sentidos distintos del concepto de probabilidad o, si se quiere, hay dos conceptos diferentes de probabilidad.

La teoría modal destaca uno de ellos y pierde de vista al segundo. En esto muestra una seria limitación. Adelante haré ver que ese primer sentido no es útil para interpretar la teoría matemática de probabilidades. El segundo sentido que discutiré abajo sí lo es. Con ello mostraré que la teoría modal se equivoca, pues, al no distinguir más que un sentido de probabilidad, considera que el suyo corresponde a la teoría matemática.

PRIMER SENTIDO: PROBABILIDAD₁

Precisaré ahora cómo entiendo el primer sentido del concepto de probabilidad. Para ello consideremos el enunciado ‘es probable que Juan esté en su casa’.

Es una situación de hecho que Juan está en su casa o que no está en su casa al tiempo de afirmar tal enunciado. Existe al menos un procedimiento efectivo para decidir si está o no; por ejemplo, podemos presentarnos en su casa.

⁴ S. Toulmin, *op. cit.*, p. 91.

Por otro lado, supongamos que no existe una teoría sistematizada y suficientemente corroborada que pudiera aplicarse al caso específico de Juan, y con base en la cual pudiera decidirse con fundamento, a partir de leyes y relaciones causales establecidas por la misma teoría, que en el momento t Juan está o no en su casa. Si una persona afirma el enunciado en consideración, y no afirma simplemente que Juan está en su casa, es que desea ser cautelosa. Esta cautela proviene del hecho de que carece de información obtenida como resultado de ejecutar el proceso efectivo de decisión correspondiente y de la imposibilidad de hacer una predicción fundada en una teoría sistematizada y aceptablemente corroborada. Si la persona hubiera ejecutado el proceso de decisión, o hubiera recibido información de alguien que hubiera llevado a cabo el proceso, o contara con un procedimiento de decisión teórica, estaría en condiciones de afirmar sin reservas, o bien que Juan está en su casa, o bien que no está.

Espero que con este ejemplo se comprenderá la situación general a la cual corresponde la primera noción de probabilidad:

Hay un evento bajo consideración. No existe, o no se conoce, una teoría bien sistematizada que permita predecir la ocurrencia o no del evento, bajo condiciones específicas. Existe, en cambio, un procedimiento efectivo para decidir si el evento ocurrió, está ocurriendo u ocurrirá. La información que se obtiene como resultado de una ejecución del proceso es *confiable*.

Una persona en particular tiene razones para sospechar la ocurrencia del evento, pero en ese momento carece de información confiable. La persona insiste en afirmar la ocurrencia del evento, pero entonces *resguarda* su aseveración mediante la introducción de un término probabilístico.⁵

En este sentido, el concepto de probabilidad se disuelve en un análisis de términos modales. En los enunciados pro-

⁵ Por *términos probabilísticos* se entiende 'probabilidad' y sus derivados gramaticales: 'probable', 'probablemente', etcétera.

probabilísticos⁶ el sujeto no recibe ninguna atribución por parte de los términos probabilísticos. Lo que está en juego es la reserva de quien afirma el enunciado.

Es posible presentar argumentos en favor y en contra de considerar este empleo de los términos probabilísticos como un legítimo sentido del concepto de probabilidad. Seguir esta discusión nos alejaría innecesariamente del objetivo central de este trabajo. En mi opinión, es esencialmente cuestión de gusto si se acepta este sentido como legítima probabilidad o no. En todo caso la noción queda clara. Si se acepta llamarle probabilidad, lo importante es precisar que se trata sólo de *uno* de los sentidos de probabilidad. Para distinguirlo, en adelante me referiré a él como probabilidad₁.

La teoría modal analiza, pues, el concepto de probabilidad₁. Pero tal como es presentado en esa teoría, por ejemplo por Toulmin, el concepto de probabilidad admite una ambigüedad de la cual está libre la noción de probabilidad₁.

En efecto, en la teoría modal, los fundamentos que una persona tiene para creer en el contenido de su afirmación, y a la vez dudar, quedan oscuros. En tal teoría no se analiza la relación del conocimiento de la persona con un procedimiento efectivo o con un entramado teórico, como mencioné arriba, o algo equivalente. Entonces se puede sugerir que la causa de que la persona se exprese con reserva es inherente al evento mismo. Si esto fuera así, la probabilidad correspondería a una situación objetiva. De aquí se seguiría que la teoría modal defiende una interpretación objetiva de la probabilidad. Pero también puede sugerirse, sin contradecir a Toulmin, que la persona resguarda su enunciado por razones que no dependen del evento en cuestión, sino que atañen exclusivamente a sus conocimientos y a los respaldos y garantías que sobre ellos tenga como sujeto cognoscente individual. Si así fuera, la probabilidad que propone la teoría modal sería subjetiva.

⁶ Por *enunciados probabilísticos* se entiende enunciados que incluyen términos probabilísticos.

La noción de probabilidad₁ escapa a esa ambigüedad. Puesto que la persona resguarda su afirmación con términos probabilísticos porque carece de información confiable, pero existe el procedimiento efectivo para decidir sobre la ocurrencia del evento en cuestión, queda establecido sin ambigüedad que la noción de probabilidad₁ es subjetiva. Depende enteramente de cada individuo en tanto que el empleo de términos probabilísticos es un recurso que tienen las personas, en lo particular, cuando no poseen información confiable.

Es importante subrayar que en este sentido, y sólo en este sentido, la noción de probabilidad₁ es subjetiva. Anticiparé que lo que adelante llamaré probabilidad₂ resultará no ser subjetiva en este sentido, al cual me referiré como restringido o estrecho; la noción de probabilidad₂ se verá como intersubjetivamente negociada.

SEGUNDO SENTIDO: PROBABILIDAD₂

Para facilitar el análisis consideremos la siguiente situación. Una persona se encuentra a punto de arrojar un dado. En ese momento afirma el siguiente enunciado: 'Probablemente saldrá un seis.'

Aparentemente la situación es la misma que corresponde a la noción de probabilidad₁. Cuando la persona va a arrojar el dado sabe que un evento posible cuando el dado quede finalmente en reposo es que el lado marcado con el seis quede hacia arriba. Tiene algún fundamento, pues, para sospechar que saldrá el seis. Pero considera también que el dado tiene otros cinco lados y cualquiera de ellos puede quedar hacia arriba. En esto la persona encuentra razón suficiente para dudar que saldrá el seis. Entonces decide resguardar su afirmación, esto es, expresa que *probablemente* saldrá un seis.

En tanto que la persona resguarda su afirmación porque carece de cierta información, la situación coincide con la de probabilidad₁. Pero ahora el proceso efectivo de decisión

para determinar la ocurrencia, o no, del evento, consiste en activar un sistema del cual el evento en cuestión puede verse como un estado final.

Una diferencia con la situación planteada para probabilidad₁ es que el procedimiento efectivo de decisión no es necesariamente parte del sistema que, al activarse, produce el estado de cosas, el evento del cual queremos afirmar o no su ocurrencia. Podemos emprender el proceso de ir a casa de Juan y constatar así si está o no en su casa. Este hecho no depende del sistema que hemos activado para constatar la ocurrencia del evento. En el caso del dado, podemos constatar la ocurrencia o no ocurrencia del evento activando el sistema del cual ese evento es un estado (relativamente final) posible. Otro procedimiento dependerá de si existe o no una teoría que nos permita predecir la ocurrencia del evento. Por ejemplo, se podría recurrir a una teoría mecánica determinista y aplicarla al caso del dado; tomando en cuenta sus condiciones físicas iniciales, y usando leyes mecánicas, establecer cómo caerá el dado. Lo mismo podría ocurrir respecto a Juan. Dada una teoría psicológica y quizá sociológica, podríamos establecer, dadas ciertas condiciones psíquicas y sociales de Juan, mediante el uso de leyes propuestas por esas teorías, si Juan está en tal momento en su casa. Pero el supuesto en el caso de probabilidad₁ es que no existe una teoría sistematizada en este sentido. Así, la introducción de teorías sistematizadas es uno de los factores centrales que marcan la transición de probabilidad₁ a la noción de probabilidad que ahora intento analizar. Para comprender mejor esta idea, analicemos con mayor detalle el ejemplo del dado.

La idea central es que los eventos del mundo físico que se consideran en los problemas de probabilidad deben verse como un estado de algún sistema. Por ejemplo, cuando una persona tira un dado y obtiene un seis, podemos considerar el sistema formado por la persona, el dado y una mesa de juego. El sistema es dinámico. El estado inicial corresponde al momento en que la persona sostiene el dado entre sus dedos y se dispone a tirarlo; el estado final corresponde al

momento en que el dado queda en reposo sobre la mesa. Entre el estado inicial y el final transcurre un intervalo de tiempo. Al afirmar que saldrá un seis, la persona describe, anticipadamente, el estado final.

Ahora bien, la persona describe el estado final sólo de un modo reservado porque carece de cierta información. ¿Cuál es esta información?

El ejemplo que estamos considerando es un sistema mecánico. La información que hace falta corresponde a datos mecánicos, por ejemplo, el peso del dado, la localización de su centro de gravedad, la rigidez de la superficie de la mesa, etcétera. Si la persona conociera estos datos, el estado inicial del sistema, y cómo funciona el sistema, podría determinar con precisión cual será el estado final. Es decir, junto a los datos apuntados arriba, la persona necesita saber la posición exacta del dado en el momento de ser disparado, la fuerza y dirección con que es impulsado, y algunas leyes de mecánica clásica. Entonces podría calcular la trayectoria exacta que describiría el dado, los giros que daría en el aire, la fuerza con que caería sobre la mesa, el cambio de trayectoria que sufriría como consecuencia del choque, etcétera, y finalmente llegaría a la posición precisa en la cual quedaría en reposo. En tal caso la persona podría afirmar con certeza: 'saldrá el seis'. Pero si desconoce aunque sea parte de la información relevante, no puede predecir con seguridad el evento, sólo puede hacer afirmaciones resguardadas.

Insisto: la posición que sugiero es que ciertos eventos sobre los cuales se afirman enunciados probabilísticos son estados de algún sistema, y pueden considerarse relativamente finales. La ocurrencia del evento depende de la estructura dinámica del sistema. El conocimiento de la estructura, funcionamiento e historia del sistema es necesaria para explicar la ocurrencia del evento. El evento, pues, no ocurre casualmente.

Ahora bien, *de hecho* el conocimiento del sistema completo —o del total de los elementos, relaciones, datos históricos, etcétera, pertinentes— es difícil de obtener. Lo que ocurre

con frecuencia es que se conoce sólo parte del sistema —al menos, obviamente, los elementos necesarios para manifestar el evento en cuestión. La falta de conocimiento puede darse fundamentalmente de dos modos: o bien es impráctico obtener la información que hace falta sobre el sistema, o bien, en el momento histórico en el cual se hace la consideración, se desconoce inclusive cómo sería esa parte.

El primer caso es típico de los juegos de azar: dados, ruleta, volados, etcétera. El segundo caso se presenta con inmensa frecuencia en las ciencias; por ejemplo, en biología molecular o en física de partículas elementales.

En el primer caso, al considerar el evento que interesa hay dos opciones: a) renunciar a hacer predicciones con base en una teoría, y simplemente activar el sistema para observar a cuál estado final llega, es decir, cuál es el evento que de hecho ocurre; b) intentar aplicar una teoría que permita hacer una predicción bien fundada; pero en casos como los juegos de azar, si bien esto parece teóricamente posible (diremos que es lógicamente posible), es impráctico, es técnicamente imposible. En el segundo caso no tenemos ninguna garantía, ni de activar apropiadamente el sistema, pues no se le conoce con certeza, ni de aplicar una teoría, ahora no como imposibilidad técnica, sino lógica, pues no se cuenta con una teoría determinista bien construida y corroborada.

En mi opinión, es en este segundo caso, o bien ante una situación como la descrita en b) para el primer caso, que se recurre a la noción de probabilidad cuando se desea hacer predicciones fundadas. Esto es, o bien se cuenta con una teoría determinista —la cual, empero, es prácticamente imposible de aplicar—, o bien no existe una teoría así y el sistema real, el cual suponemos que produce el evento en cuestión, es conocido sólo parcialmente, de modo que no es posible construir un modelo que garantice la predicción determinista del evento.

Bajo estos supuestos, la noción de probabilidad a la que se apunta no se reduce a un manejo de términos modales cuya función desaparece si se emprende el procedimiento efecti-

vo de decisión, pues uno de los supuestos que he hecho dice explícitamente que se renuncia a la aplicación del procedimiento, si es que existe, y que en el segundo caso ni siquiera se sabe con certeza cual sería ese procedimiento.

Lo anterior sugiere que la noción de probabilidad que ahora entra en escena no es exactamente la misma que recoge el concepto de probabilidad₁.

Con base en lo que he descrito se puede presentar el siguiente esquema general: para considerar la probabilidad de la ocurrencia de un evento se toma una parte del sistema del cual el evento en cuestión forma un estado. (Recordemos que por principio no es posible considerar el sistema completo.) Se procede entonces a la *construcción racional de un modelo teórico que representa esa parte del sistema real responsable de la producción del evento en cuestión*. De este modo, a algunos elementos y relaciones del sistema real corresponden elementos y relaciones del modelo teórico; incluso aspectos de la historia del sistema real tienen una representación teórica.

Retomemos el ejemplo del dado para ilustrar esta idea. Ante la imposibilidad práctica de tomar en cuenta todos los elementos del sistema que entran en juego para producir el evento de que el dado caiga con el seis hacia arriba, abstraemos los elementos que sí podemos manejar con facilidad. En este ejemplo nos quedamos simplemente con el dado que pasa de un estado inicial a un estado final; de esto nos importa únicamente la posición final. Eliminamos la posición exacta inicial, la trayectoria exacta, etcétera. Con esto, el sujeto que arroja el dado se vuelve superfluo: antes lo requeríamos como productor de la fuerza que se aplica al dado, pero ahora prescindimos de ese dato, lo mismo que la mesa, no nos importa ya su rigidez. Conseguimos así una representación parcial del sistema real. Lo que nos interesa es el dado que se tira y los seis estados finales posibles. Pero ahora no podemos explicar el porqué del estado final que ocurra; para ello necesitaríamos conocer el sistema completo y parte de su historia: datos que hemos eliminado o no hemos podido

incorporar al modelo teórico. Nos vemos obligados a aceptar que la ocurrencia o no ocurrencia de un evento, en el plano teórico, obedece al azar.

Nos hemos visto forzados a introducir al azar, pero nótese que el azar no entra al nivel del sistema real, sino al nivel de la representación racional del sistema real. Obligados por las circunstancias, construimos modelos teóricos que dan una representación mutilada de realidad. Las partes que faltan son necesarias para explicar los eventos que nos interesan. El azar, pues, se introduce debido a falta de información sobre un sistema, mediante la cual explicaríamos el evento en cuestión como una consecuencia necesaria.

Tomemos otra ilustración: en biología molecular suele hablarse de mutaciones genéticas que obedecen al azar. Mi posición es que tales mutaciones son estados (relativamente) finales de sistemas complejos, los cuales son responsables por la ocurrencia de la mutación. En un cierto momento histórico ese tipo de sistemas es desconocido, al menos en parte. Entonces se genera racionalmente una representación parcial del sistema; el complejo responsable de la mutación no aparece completamente. La mutación aparece como producida al azar. Convenimos en aceptar este azar, pero únicamente en la representación racional.

Al nivel de representaciones racionales incompletas, los eventos —estados finales de ciertos sistemas— ya no son necesarios como consecuencia de una estructura y una historia específica de ese sistema, sólo son posibles.

Es claro ahora cuál es el segundo sentido de probabilidad: la probabilidad es una propiedad de los modelos teóricos, racionalmente contruidos, que representan sólo aspectos parciales de sistemas reales. La probabilidad es la medida de la posibilidad de los estados finales de los modelos teóricos. La probabilidad mide *qué tan posible* es un evento teórico, o sea, una representación racional de un evento, o un tipo de eventos reales. El evento teórico es la representación racional del evento real; es un estado posible de un modelo teórico, el cual representa parcialmente al sistema real.

Obsérvese que este concepto de probabilidad queda en función de los modelos teóricos. La probabilidad se asigna a un cierto evento teórico sólo en tanto que estado final de un modelo teórico en particular. La probabilidad que se asigna a cada evento teórico depende del modelo teórico del cual se considere que éste es un estado. Si un evento puede ser representado como estado final de dos modelos teóricos distintos, uno de los cuales representa una parte más amplia del sistema real que el otro, es posible que la probabilidad asignada a cada evento teórico sea diferente.⁷

La noción que ahora se propone es irreductible a un mero manejo de términos modales derivados de la palabra 'probabilidad' (probabilidad₁). La situación ya no corresponde a individuos particulares que, ante la falta de información confiable —sea porque no se ha ejecutado el procedimiento efectivo de decisión, sea porque desconocen o no existe teoría sistematizada alguna que lo asista— deciden resguardar sus afirmaciones. De hecho, el problema ya no depende en absoluto de individuos particulares. Se ha rebasado el plano de los estados mentales o atribuciones psicológicas de individuos particulares y hemos alcanzado el plano racional, intersubjetivo. La probabilidad₁ depende de individuos. *Este* individuo puede tener que recurrir a ella si carece de información confiable, mientras que *aquél* no necesite de ella, pues posee la información relevante. El concepto de probabilidad que ahora propongo no varía de individuo a individuo, sino de modelo teórico a modelo teórico. Todo individuo racional tiene que reconocer que, de acuerdo al modelo teórico en que se considera a un evento, éste tiene *tal* probabilidad. La situación es la misma que enfrentan los individuos ante un argumento correcto: si quieren ser racionales tienen que reconocer que, si las premisas son verdaderas, entonces la conclusión es verdadera.

Puesto que esta noción de probabilidad no corresponde a creencias individuales, no depende de opiniones de indivi-

⁷ Adelante discuto con cierto detalle el problema de la asignación de probabilidades numéricas.

duos en particular, no es subjetiva en el sentido en que lo es probabilidad₁. Esta otra noción de probabilidad depende enteramente de modelos teóricos construidos y aceptados en determinados grupos, comunidades o sociedades. Su formulación y aceptación por tanto debe ser negociada intersubjetivamente. Así pues, si bien no es objetiva en el sentido de ser una propiedad del mundo físico, esto es, no se trata de una propiedad de sistemas reales y por tanto no se asigna a eventos reales del mundo físico,⁸ tampoco es subjetiva en el sentido de depender de los estados mentales, atribuciones psicológicas y conocimientos de sujetos individuales. Esta noción de probabilidad se encuentra en el plano racional negociado por los sujetos miembros de comunidades determinadas. En mi opinión, con esto debería quedar claro que hay por lo menos un sentido de probabilidad diferente al expresado por probabilidad₁. Llamémosle probabilidad₂.

Al exhibir que hay al menos dos sentidos diferentes del concepto de probabilidad se ha mostrado, de paso, que la teoría modal es limitada en tanto que no hace ninguna distinción al respecto.

Examinaré ahora la relación que guarda con otras teorías la idea de probabilidad que he manejado.⁹

TEORÍA DE LA PROPENSIÓN

La discusión acerca del carácter objetivo o subjetivo de la probabilidad es fundamental para la teoría que analiza este concepto en términos de propensión.

Karl Popper ha sostenido contundentemente que toda interpretación de la probabilidad que la asocie con un conocimiento incompleto es subjetiva.¹⁰ De acuerdo con esto la noción de probabilidad₂ que discutí arriba es subjetiva.

⁸ Utilizo la expresión 'mundo físico' en el más amplio y vago sentido posible, ésta incluye bajo su extensión todos los fenómenos sociales, fisiológicos, etcétera.

⁹ Se han distinguido dos conceptos de probabilidad o dos sentidos del mismo concepto. En adelante, al referirme a las ideas de probabilidad que se manejan en este trabajo, incluiré tanto probabilidad₁ como probabilidad₂.

¹⁰ K. R. Popper, [1959], p. 25.

Creo haber elaborado lo suficiente este punto para mostrar que el problema de la subjetividad no es simple, que probabilidad₁ es subjetiva en un sentido estrecho y que el concepto de probabilidad₂ no es subjetivo en ese mismo sentido, sino que debe verse como intersubjetivo. Con ello se pone de relieve que la afirmación de Popper es inexacta, o al menos engañosa.

De hecho la afirmación de Popper proviene de una visión limitada respecto a este problema. Si se piensa que sólo hay dos alternativas: o bien considerar la probabilidad como algo subjetivo, correspondiente a meras creencias irracionalmente fundadas, o bien interpretarla como algo objetivo, lo cual a su vez es entendido como una propiedad del mundo físico, entonces basta rechazar una de estas alternativas para mantener, inevitablemente, la otra.

Es así como Popper, queriendo escapar del subjetivismo, tiene que mantener la segunda posición. Para él la probabilidad es una entidad física. La probabilidad es una medida de la propensión, es decir, de la tendencia o disposición del mundo físico para realizar eventos.

La propensión es una propiedad disposicional de los entes físicos. Popper señala: "Como todas las propiedades dispocionales, las propensiones exhiben ciertas semejanzas con las potencias aristotélicas. Pero... no pueden ser, como pensaba Aristóteles, inherentes a las *cosas* individuales... son algo más abstracto aunque físicamente real: son propiedades relacionales de los arreglos experimentales."¹¹

Otros autores que han defendido la interpretación de la probabilidad como propensión no se comprometen a la existencia física de la propensión. Por ejemplo, D. H. Mellor sostiene que "la teoría de la propensión es una teoría *a priori* acerca de lo que hace verdaderos a los enunciados probabilísticos —si es que hay algo que los hace verdaderos. La teoría no sostiene que cualquier enunciado probabilístico sea verdadero, es decir, no niega que el mundo pueda estar en-

¹¹ K. R. Popper, *op. cit.*, p. 37.

teramente determinado. . . no es parte de la teoría determinar si hay propensiones, pero es parte de ella el que pueda haber propensiones . . .”¹²

Si no se va tan lejos con la teoría de la propensión como para identificar la probabilidad con propiedades disposicionales del mundo físico —lo cual sobrevive en el tratamiento de Mellor, como se desprende de la cita anterior— es posible aceptar la noción de propensión en un sentido particular, asimilable al análisis de probabilidad₂.

En efecto, se puede hablar de propensión como una propiedad de modelos teóricos que representan parcialmente a sistemas reales. Así, se puede hablar de la propensión de un modelo teórico para producir cierto estado final, es decir, la representación racional del evento real en cuestión.

En mi opinión, la noción de propensión trata de cubrir el vacío aparente que hay donde debería existir un mecanismo responsable de la producción del evento que interesa. Decir que un sistema es propenso a producir un evento, o que un arreglo experimental es propenso a producir un fenómeno, es reconocer implícitamente que hay algo detrás que produce el fenómeno. Pero ese “algo” es desconocido y no se puede, o no se quiere, sacarlo a la luz. De acuerdo al presente análisis los eventos reales son producidos por ciertos sistemas, de ahí que en un plano real sea inapropiado hablar de propensiones. En cambio, al nivel teórico, donde desconocemos al menos parte de los mecanismos de producción, es pertinente hablar de propensión. Si aceptamos la noción de propensión, ésta siempre es relativa a modelos teóricos.

Por el hecho de haber asimilado la noción de propensión al análisis de probabilidad₂ no debe pensarse que la teoría de la propensión quedaría como una parte de las ideas aquí presentadas. Tanto Popper como Mellor hacen descansar lógicamente su análisis de la probabilidad en la noción de propensión. Si sólo se transplanta la teoría de la propensión del plano real al racional, entonces se compromete uno a basar

¹² D. H. Mellor, [1971], p. 16.

lógicamente el análisis de probabilidad₂ sobre el concepto de propensión. Pero no es lo que aquí se propone. Al analizar el concepto de probabilidad₂ se le ha explicado por el hecho de que los modelos teóricos *no representan completamente* a los sistemas reales. Esta es la idea que se necesita lógicamente, no la de propensión. Más aún, la noción de propensión que he aceptado también se deriva lógicamente de la noción de la representación incompleta de los sistemas por los modelos teóricos.

Para el presente análisis no es fundamental la noción de propensión, pero sí lo es para Popper y Mellor, a pesar de que no es suficientemente poderosa como para dar cuenta del concepto de probabilidad. En realidad, ambos conceptos dependen de otro más fundamental, como acabamos de ver.

En mi opinión, la teoría de la propensión comete un error de orden ontológico al considerar que la probabilidad es físicamente real, y un error lógico al explicar el concepto de probabilidad con base en el de propensión.

TEORÍAS DE LA FRECUENCIA Y DEL RANGO

En sus formas más elaboradas durante el presente siglo, la teoría de la frecuencia ha sido defendida por Hans Reichenbach y por Richard von Mises.¹³

Esta posición ofrece una definición estrictamente matemática de la probabilidad. Plantea el problema así: si x es un elemento de un cierto conjunto A , ¿cuál es la probabilidad de que sea también elemento de otro conjunto B ? Su respuesta es que la probabilidad p (de que x sea miembro de B , dado que es miembro de A) es igual a la frecuencia relativa con que los elementos de B son miembros de A . Denotemos por $|A|$ el número de elementos de un conjunto A . La definición de p puede expresarse entonces así:

$$p = \frac{|B \cap A|}{|A|}$$

¹³ H. Reichenbach, [1937]. R. von Mises, [1939].

Enunciada así, la definición tropieza con diversas dificultades.¹⁴ No entraré en detalles al respecto. Mencionaré sólo, a modo de ilustración, que si el conjunto A es infinito, entonces p no queda definido como número real. Muchos problemas de este estilo se solucionan si la definición anterior se sustituye por la siguiente:

la probabilidad p de que x sea miembro de B, dado que es un elemento de A, es el límite al cual tiende una sucesión formada por los cocientes que indican la frecuencia relativa de ocurrencia de elementos de B en muestras de A, cuando las muestras de A se toman cada vez más grandes.

La teoría del rango, por otro lado, sugiere una definición de probabilidad para el caso en que se tienen varias alternativas que se consideran igualmente posibles porque la evidencia disponible no indica ninguna razón para considerar lo contrario. Si N es el número total de alternativas, entonces la probabilidad de cada una de ellas es $\frac{1}{N}$ ¹⁵

Como puede apreciarse, estas dos teorías se preocupan por ofrecer una definición numérica. La objeción principal que se les puede hacer es que no contribuyen a una clarificación conceptual de lo que es la probabilidad. Más aún, no definen conceptualmente la noción de probabilidad; lo que hacen es discutir los métodos mediante los cuales es posible hacer asignaciones numéricas de probabilidades. Confunden el problema del significado del concepto de probabilidad con el de la asignación de probabilidades numéricas.¹⁶ Confunden el problema de la determinación conceptual de una función métrica con el de los métodos para determinar los valores que toma.

¹⁴ Véase A. Pap, [1963], cap. 11.

¹⁵ Para un análisis detallado de esta teoría véase W. Kneale, [1949], §§ 34, 35, 36.

¹⁶ Esta objeción ha sido repetida insistentemente por diversos autores. Por ejemplo: Toulmin, *op. cit.*, cap. 2; Lucas, [1970], cap. 4.

MÉTODOS PARA LA ASIGNACIÓN DE PROBABILIDADES NUMÉRICAS

Los métodos sugeridos por las teorías de la frecuencia y del rango pueden incorporarse al análisis del concepto de probabilidad que he venido presentando. Para ello es conveniente recordar una distinción hecha anteriormente.

Al hablar de la construcción racional de modelos teóricos señalé que hay ocasiones en las cuales deliberadamente se excluye la representación de una parte del sistema real. Se conoce cómo es y en qué consiste la parte que no se representa. La única razón para dejarla de lado es que es impráctico trabajar con ella. Otras veces, en cambio, la parte que no se representa es desconocida por completo, no se sabe cómo es ni cómo funciona. Precisamente por eso no se incorpora.

En adelante llamaré a los primeros modelos tipo 1, y a los segundos modelos tipo 2.

Puesto que nuestro conocimiento general de los modelos tipo 1 es completo, estamos en condiciones de determinar cuáles son los posibles estados finales, así como de asegurarnos que esos son los únicos estados finales posibles.

En los modelos tipo 2 podemos suponer que ciertos estados finales son posibles, pero nuestra ignorancia con respecto a la parte no representada nos impide garantizar que todos esos estados son posibles, así como que no hay estados finales posibles distintos de los considerados.

La teoría de la frecuencia ofrece un método excelente para asignar probabilidades numéricas a los posibles estados finales de los modelos tipo 2. En vista de que no podemos estar seguros de cuáles son todos los posibles estados finales, sólo la observación repetida de sistemas de la misma clase, contando la frecuencia relativa con que se da un estado final, nos permite asignarle una probabilidad numérica.

Designemos con ϵ al estado final de un modelo tipo 2, el cual representa una clase de evento que nos interesa. ϵ corresponderá en la teoría a eventos reales, digamos de clase

E. La probabilidad p que asignaremos a ϵ será el límite de la sucesión formada por cocientes que indican la frecuencia relativa de la ocurrencia de eventos de clase E con respecto al número total de observaciones del sistema en cuestión, digamos S. En símbolos:

$$p(\epsilon) \rightarrow \infty = \frac{\#(E)}{\#(S)}$$

donde $p(\epsilon)$ es la probabilidad de ϵ , $\#(E)$ es el número de ocurrencias de eventos de clase E, y $\#(S)$ es el número de observaciones que se han hecho de S.

Así pues, se ha asignado una probabilidad numérica no a un evento real, sino a una representación racional que se tiene de él, la cual corresponde a un estado final de un modelo teórico. La asignación depende de un procedimiento racional y no de las creencias de individuos particulares.

Cuando nos topamos con modelos tipo 1, nuestro total conocimiento de las alternativas posibles nos permite aplicar la teoría del rango para asignar probabilidades numéricas. Al conocer completamente el tipo de sistema real que el modelo representa, podemos asignar *a priori* probabilidades numéricas a cada estado final posible. Por ejemplo, consideremos el lanzamiento de un dado prácticamente perfecto —i.e. tal que su centro de gravedad coincide con su centro geométrico, todos sus vértices son ángulos rectos, etcétera. Sabemos con certeza que hay seis y sólo seis eventos finales posibles y que no existe razón alguna para considerar que uno de ellos tiene ventaja sobre los otros. Entonces podemos asignar, *a priori*, la probabilidad $p = \frac{1}{6}$ a cada evento.

Puede objetarse que la suposición que el dado es perfecto no tiene fundamento. Es preciso reconocer que así es y que es una mera convención el suponerlo perfecto. Si no hay bases firmes para aceptar convenciones de este estilo, entonces no puede aceptarse que los estados finales de un sistema son igualmente posibles. En tal caso la teoría del rango no es un

método suficiente. Es necesario complementarla con el método de la frecuencia. Así, en el ejemplo del dado, como de todos modos se desconoce la posición exacta del centro de gravedad, el recurso que queda es la observación repetida de tiros del dado. De este modo se observará que algunos estados finales ocurren con mayor frecuencia que otros. Procediendo con el método de la frecuencia es posible llegar a asignar probabilidades numéricas a cada evento posible.

TEORÍA SUBJETIVISTA

Los métodos de asignación de probabilidades numéricas que acabo de discutir tienen sentido sólo en situaciones correspondientes a probabilidad₂. Así pues, la probabilidad₂ es cuantificable.

La probabilidad₁, al diluirse en el manejo de términos modales, es incuantificable. El problema de medirla carece de sentido.

Hasta aquí he llegado a las siguientes conclusiones: el concepto de probabilidad admite por lo menos dos sentidos. El primero de ellos corresponde a una noción subjetiva, estrecha, es impreciso, asistemático, no cuantificable y por tanto carece de interés científico.

Estas afirmaciones se colocan en franca discrepancia con autores como Bruno de Finetti, quien construyó una teoría de la probabilidad a partir de una definición subjetiva.¹⁷ Su trabajo es notable por desarrollar rigurosamente el aspecto matemático.

En el trabajo de De Finetti, sin embargo, hay una confusión de dos problemas que es preciso diferenciar claramente, a saber, el análisis conceptual de lo que es la probabilidad, por un lado, y el análisis de los mecanismos racionales que se ponen en juego en la decisión de apuestas sobre la ocurrencia de eventos. De Finetti identifica ambos problemas en uno solo.

Este punto se aprecia claramente desde que define proba-

¹⁷ B. de Finetti, [1937].

bilidad. Para esto De Finetti considera la situación que enfrenta un individuo obligado a apostar dinero sobre la ocurrencia de un evento que a lo más puede considerar probable: “supongamos que un individuo es obligado a evaluar la razón p sobre la cual estaría dispuesto a cambiar la posesión de una suma arbitraria S (positiva o negativa) dependiendo de la ocurrencia de un evento dado E , por la posesión de la suma $p S$; diremos por definición que este número p es la medida de probabilidad atribuida por el individuo considerado al evento E , o simplemente, que p es la probabilidad de E ”¹⁸

Pero De Finetti no puede desarrollar el cálculo matemático con base en esta definición. Se ve obligado a introducir un principio que él considera natural y cuya función es, precisamente, permitir el desarrollo matemático. De Finetti lo llama *principio de coherencia* y lo enuncia así: “una vez que el individuo ha evaluado las probabilidades de ciertos eventos, se pueden presentar dos casos: o bien es posible apostar con él de modo de estar seguros de ganarle, o bien no existe esta posibilidad. En el primer caso, claramente la evaluación hecha por el individuo contiene una incoherencia; en el otro caso diremos que el individuo es coherente.”¹⁹

Ilustremos este principio. Supongamos al individuo I obligado a apostar sobre la ocurrencia de un evento E y sobre la no ocurrencia del mismo evento. Supongamos además que éstas son las únicas alternativas posibles. Para facilitar la notación escribiremos simplemente ‘ E ’ para indicar la ocurrencia de E , y ‘ $\sim E$ ’ para indicar la no ocurrencia de E .

Por hipótesis, I está obligado a apostar tanto a favor de E como de $\sim E$. Será incoherente si pierde dinero, cualquiera que sea el resultado. En caso contrario será coherente.

Imaginemos que I acepta la razón 2:1 a favor de E , es decir, asigna a E la probabilidad $2/3$. Entonces acepta ganar, digamos, \$50 si E , y pagar, digamos, \$100 si $\sim E$. Pero supongamos que al mismo tiempo acepta la razón 3:1 a fa-

¹⁸ De Finetti, *op. cit.*, p. 102.

¹⁹ De Finetti, *op. cit.*, p. 103.

vor de $\sim E$, o sea, le asigna la probabilidad $3/4$. Entonces acepta ganar, digamos, \$50 si $\sim E$, y pagar \$150 si E .

La situación es, en resumen, la siguiente:

- (1) Por aceptar la razón 2:1 a favor de E , si E , I gana \$50, y si $\sim E$, I paga \$100.
- (2) Por aceptar la razón 3:1 a favor de $\sim E$, si $\sim E$, I gana \$50, y si E , I paga \$150.

De modo que si E , entonces I gana \$50, por (1), pero paga \$150, por (2), esto es, pierde \$100. Si $\sim E$, por (1), I paga \$100 y, por (2), I gana \$50, es decir, I pierde \$50.

Como necesariamente ocurre E , o $\sim E$, cualquiera que sea el resultado I pierde dinero. I es incoherente.

El principio de coherencia prohíbe que los individuos acepten apuestas como la anterior. Por ejemplo, si I acepta la razón 2:1 a favor de E , el principio estipula que tiene que aceptar la razón 1:2 a favor de $\sim E$. O sea, si I asigna la probabilidad $p = \frac{2}{3}$ a favor de E , tiene que asignar la probabilidad $(1 - p) = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$ a $\sim E$. Con ello se garantiza que I no pierde dinero cualquiera que sea el resultado.

He examinado con algún detalle esta ilustración del principio de coherencia porque me parece que con ello se pone de relieve que tal principio es una exigencia sobre los individuos para que actúen racionalmente al decidir sobre una apuesta. La definición de probabilidad en términos de creencias de individuos pierde valor en el argumento de De Finetti. Todo el peso del argumento recae sobre el principio de coherencia. Pero éste ya no se expresa en términos de opiniones individuales, sino que exige a los individuos que se ajusten a él. Me parece una situación análoga al problema de la consistencia lógica. La lógica exige que los individuos, si quieren sostener discursos libres de contradicciones, se ajusten a ciertos principios, pero esto es diferente a las creencias y opinio-

nes personales sobre la consistencia del discurso. Es subjetivo lo que una persona *crece* acerca de lo que dice, pero se puede determinar objetivamente —en el plano racional— si lo que dice es consistente o no.

Con base en lo anterior, se aprecia que la importancia de la teoría de De Finetti no reside en interpretaciones subjetivistas estrechas, las cuales él mismo parece sustentar en algunos pasajes. La teoría queda en pie sobre el principio de coherencia. Ahora bien, hemos visto que este principio no es subjetivo en el sentido estrecho, sino intersubjetivo, y que ofrece el fundamento para tomar decisiones racionales sobre apuestas. El valor de la teoría de De Finetti es que es una teoría normativa en tanto que ofrece un análisis de los procedimientos racionales de decisión de apuestas. Basada en un principio racional, es compatible con el concepto de probabilidad que se maneja en este trabajo.

Desde mi punto de vista, lo anterior significa que la teoría de De Finetti presupone el concepto de probabilidad, no lo clarifica. En efecto, para que los individuos puedan satisfacer el principio de coherencia es necesario que conozcan al menos una parte del sistema responsable de la ocurrencia del evento sobre el cual quieren apostar. ¿Cómo podría un individuo satisfacer el principio de coherencia si no tuviera certeza, por ejemplo, de que al tirar un dado hay seis y sólo seis alternativas? El tener la certeza de eso es conocer parte del sistema. La certeza proviene del hecho de poder construir un modelo tipo 1.

Esta teoría juzga equivocadamente que da cuenta del concepto de probabilidad, cuando en realidad descansa lógicamente sobre él.

LA INTERPRETACIÓN LOGICISTA

He sostenido que el concepto de probabilidad que sugiero en este trabajo pertenece al plano racional, intermedio entre el mundo físico y el universo de las opiniones y creencias personales. Esta idea ya ha sido defendida por diversos filósofos.

fos que sostienen una concepción logicista de la probabilidad.²⁰

Estos autores niegan que los enunciados probabilísticos sean empíricos. Para ellos la probabilidad representa una relación lógica entre enunciados; a saber, entre un enunciado que describe el evento en cuestión y enunciados que describen una cierta evidencia.

Estoy de acuerdo con estos autores en cuanto a la ubicación del concepto de probabilidad. Pero me parece excesivamente restrictiva la condición de que la probabilidad se limite a relaciones lógicas entre enunciados. He aceptado el concepto de probabilidad, por un lado, como la síntesis de diversos dispositivos lingüísticos (probabilidad₁) y, por otro, como una propiedad de modelos teóricos (probabilidad₂).

No quisiera comprometerme a reducir los sistemas y modelos teóricos a conjuntos de enunciados. No es que rechace la posibilidad de describir los modelos mediante enunciados; lo que sostengo es que los modelos teóricos que representan sistemas reales no necesariamente se reducen a sistemas de enunciados. Aún más, en el caso en que un modelo en particular admita una completa descripción enunciativa, las relaciones de probabilidad que hemos estudiado no tienen por qué coincidir con las relaciones lógicas entre los enunciados.

No discutiré aquí si el lenguaje conceptual agota nuestra capacidad de representar el mundo real. Tampoco abordaré el problema de si las relaciones lógicas formales agotan los procesos racionales mediante los cuales organizamos, evaluamos y ampliamos nuestro conocimiento. Simplemente quiero llamar la atención sobre el hecho de que, tal como se presenta la noción de probabilidad en este trabajo, puede ser compatible con posiciones que consideren que nuestra capacidad de representar el mundo real no se limita al lenguaje conceptual del que se disponga, y que los procesos racionales del conocimiento no se restringen a las relaciones lógicas entre enunciados.

²⁰ Cf. J. M. Keynes, [1921]. H. Jeffreys, [1961]. R. Carnap, [1962].

LA EXTENSIÓN DE LOS ENUNCIADOS PROBABILÍSTICOS

Las diferentes teorías de la probabilidad, tradicionalmente, han tratado de resolver el problema de la extensión de los enunciados probabilísticos considerando que de un modo u otro los eventos reales, o sus descripciones, reciben la asignación de una probabilidad.

La estrategia fundamental de este trabajo ha sido negar legitimidad a este problema. He tomado otra perspectiva considerando que los enunciados probabilísticos en ningún momento y en ningún sentido asignan probabilidades a eventos del mundo real ni a sus descripciones.

En el caso de probabilidad₁, el concepto involucrado se disolvió en el manejo lingüístico de operadores modales. El concepto de probabilidad₂ fue analizado en términos de modelos teóricos que se construyen racionalmente abstrayendo partes de sistemas reales. Esto es inclinarse por la siguiente concepción epistemológica de la probabilidad, la cual me limitaré a enunciar para concluir este trabajo, sin hacer el menor intento de iniciar una defensa de la misma.²¹ La probabilidad₂ es una medida de eventos teóricos posibles, o sea, de posibles estados finales de un modelo teórico. En la realidad se da uno solo de esos estados. El evento real es una instancia de los que en la teoría son posibles. El evento real se produce de acuerdo con la estructura e historia del sistema real del cual es un estado. En este sentido podemos decir que el evento es necesario, y que es un falso problema asignarle probabilidad alguna.

El evento teórico, en cambio, es sólo posible y, en consecuencia, probable. Podemos decir, entonces, que si se da este evento teórico, es por azar. El azar, pues, se introduce artificialmente al construir los modelos teóricos que representan parcialmente a los sistemas reales. El azar y la probabilidad quedan confinados a este plano racional; son ajenos al mun-

²¹ Ciertamente, como Moulines me lo ha señalado, la gran dificultad que debería superar esta concepción, la cual es quizás el único *verdadero problema*, es la interpretación de la mecánica cuántica.

do físico. Si esta concepción es correcta, el hombre no descubre al azar y la probabilidad: los inventa.

REFERENCIAS

- CARNAP, R.
[1972] *The Logical Foundations of Probability*, Routledge and Kegan Paul, Londres.
- DE FINETTI, B.
[1937] "Foresight: its Logical Laws, its Subjective Sources" en Kyburg y Smokler 1964, pp. 93-158.
- JEFFREYS, H.
[1961] *Theory of Probability*, Clarendon Press, Oxford.
- KEYNES, J. M.
[1921] *A Treatise on Probability*, MacMillan, Londres.
- KNEALE, W.
[1948] *Probability and Induction*, Clarendon Press, Oxford.
- KYBURG, H. E. y SMOKLER, H. E.
[1964] *Studies in Subjective Probability*, John Wiley and Sons, Nueva York.
- LUCAS, J. R.
[1970] *The Concept of Probability*, Clarendon Press, Oxford.
- MELLOR, D. H.
[1971] *The Matter of Chance*, Cambridge University Press.
- VON MISES, R.
[1939] *Probability, Statistics, Truth*, Hodge.
- PAP, A.
[1963] *An Introduction to the Philosophy of Science*, Eyre and Spottiswoode, Londres.
- POPPER, K. R.
[1959] "The Propensity Theory of Probability" in *British Journal for the Philosophy of Science* 10, pp. 22-42.
- REICHENBACH, H.
[1937] *Experience and Prediction*, University of Chicago Press.
- TOULMIN, S.
[1958] *The Uses of Argument*, Cambridge University Press.

SUMMARY

This essay starts out from the assumption that none of the best known theories of probability provides a satisfactory and comprehensive analysis of the problems involved in this notion. They are implicitly criticised because quite often their scope is narrow and the concept of probability they presuppose, or explicitly construct, is not very useful to give an account of current scientific practice.

An alternative approach is explored which claims to be able to deal with the following problems: a) the diverse meanings of the term 'probability'; b) the reference of probabilistic statements; c) methods for the assignment of numerical probabilities, and d) procedures according to which rational individuals may arrive at decisions concerning bets, as in gambling games.

It is suggested that the theories under implicit criticism, namely, personalist theories, objective theories (range theory and frequency theory), propensity theories, performative theories and logical theory, normally focus on one of these problems (and quite often they have interesting things to say), but they tend to leave the others out of account. The approach here put forward incorporates positive aspects of those theories, while it claims to set the basis for a more comprehensive and correct theory.

A distinction is made between two main notions of probability. 'Probability₁' is drawn from the performative approach. It refers to a modal operator. It indicates the trust that a proposition is entitled to. Therefore it is here suggested that probability₁ is involved where there is no systematized theory which could be used to predict the occurrence of an event, but instead there is an effective procedure which, properly undertaken, would allow a definite decision as to the occurrence or non-occurrence of the event. An individual resorts to the modal use of probability in order to guard his assertions due to ignorance, either of the relevant theory —if it exists— or of the knowledge obtained through the proper execution of the decision procedure.

The concept of probability relevant for scientific purposes is referred to by the term 'probability₂'. This notion presupposes that every event in the world is produced by a generative mechanism, and that every event can be seen as a relatively final state of a real system. Real systems, however, are known through theoretical models which represent them. 'Probability₂' is analysed from an epistemological point of view as a resource human beings need in

order to predict the occurrence of events when, for different reasons, they lack of the relevant knowledge of the real system which is responsible for the occurrence of the event under study.

The concept of probability relevant for scientific purposes is thus seen as a measure of the possibility of theoretical events, which can be analysed as states of the model representing the real system — that is, the event which actually occurs as a state of the real system must be seen as an instance of the possible theoretical states. The real event is produced according to the structure and history of the real system. In this sense it is a false problem to intend to assign a probability to the real event. Probabilities are assigned to theoretical representations of real events. Theoretical events are possible states of models partially representing real systems.

Probability is thus neither subjective in the sense of personalist theories, nor objective in the sense of being a property of events or of things in the physical world. Rather, probability must be seen as intersubjectively negotiated between social actors who continuously construct, discuss, accept or reject models of reality. Probability is a measure associated to rationally constructed models and the probability of a theoretical event depends on the specific model in which the event is embedded. The same type of event may have different probabilities, if it can be represented within different models. Thus progress in the knowledge of a real system may have the consequence of changing the probability associated to the occurrence of events seen within the models representing the real system.