

## SUBJETIVIDAD Y CAUSALIDAD EN LOS FENÓMENOS ECONÓMICOS DINÁMICOS

*Mirta L. González (\*)*  
*Alberto H. Landro (\*\*)*

### Resumen:

Dadas las características de biconceptualidad de las probabilidades relacionadas con las hipótesis acerca de las características causales inherentes a los sistemas económicos dinámicos, a partir de una teoría epistémica de la causalidad consistente en la sustitución del condicionamiento Bayesiano clásico por el principio de entropía máxima que conduce a una versión del “*principio principal*” caracterizada por un Bayesianismo convexo, se demuestra la vinculación de la probabilidad analítica, condicionada por una estructura causal inherente a una concepción de política económica adoptada como punto de partida y el ámbito empírico proporcionado por los métodos estadísticos inherentes a la naturaleza de la chance. Asimismo, según la teoría epistémica de la causalidad y basada en su función de creencia “imprecisa” de acuerdo con el criterio de calibración de la chance, se demuestra la naturaleza subjetiva de las relaciones de causalidad que condicionan el comportamiento de un sistema económico dinámico.

Palabras clave: Causalidad, probabilidad biconceptual, métodos econométricos

JEL: B41, C40, C52

---

(\*) Banco Central de la República Argentina. SGIE – Gerencia Principal de Estudios Económicos y Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigaciones en Econometría (CIE-IADCOM) [mirta.gonzalez@bcra.gob.ar](mailto:mirta.gonzalez@bcra.gob.ar); [mirtagonzalezar@yahoo.com.ar](mailto:mirtagonzalezar@yahoo.com.ar); [mgonza@economicas.uba.ar](mailto:mgonza@economicas.uba.ar)

(\*\*) Centro de Investigaciones en Econometría (CIE) – IADCOM – Universidad de Buenos Aires y Universidad del CEMA [alandroar@yahoo.com.ar](mailto:alandroar@yahoo.com.ar); [landro@economicas.uba.ar](mailto:landro@economicas.uba.ar); [cie@fce.uba.ar](mailto:cie@fce.uba.ar); [alandro@ucema.edu.ar](mailto:alandro@ucema.edu.ar)

(\*) y (\*\*) Las opiniones aquí expresadas corresponden a los autores y no necesariamente reflejan las de las instituciones.

## SUBJETIVIDAD Y CAUSALIDAD EN LOS FENÓMENOS ECONÓMICOS DINÁMICOS

*“Perché ragionare sulle cause e sugli effetti è cosa assai difficile di cui credo che l’unico giudice possa essere Dio. Noi già fatichiamo molto a porre un rapporto tra un effetto così evidente come un albero bruciato e la folgore che lo ha incendiato, che il risalire catene talora lunghissime di cause ed effetti mi pare altrettanto folle che cercare di costruire una torre che arrivi sino al cielo” (U. Eco: “Il nome della rosa”)*

### 1.- La abducción y la naturaleza estocástica de la causalidad en los fenómenos económicos dinámicos

La abducción constituye un tipo de inferencia dirigida al descubrimiento de hipótesis causales desarrollada por Charles Sanders Peirce a fines del siglo XIX y principio del siglo XX en el ámbito de su lógica del descubrimiento científico. Está definida por un silogismo en el cual la premisa mayor es cierta y la premisa menor es solamente posible, por lo que la conclusión es incierta<sup>1</sup>.

El proceso de inferencia cumple un transcurso que parte de un conjunto finito de información, transita por lo que podría denominarse un estado intermedio para concluir con la postulación de una proposición inicialmente desconocida. Según la naturaleza del conjunto de información tomado como punto de partida y, sobre todo, de la característica de la propuesta que expresa la conclusión, es posible reconocer tres tipos de inferencia: la inducción (cuyo resultado es una síntesis), la deducción (cuyo resultado es una tesis) y la abducción (cuyo resultado es una hipótesis).

A partir de un conjunto de información y a través de un razonamiento asociativo, la inducción consiste en la caracterización de una relación presuntamente constante entre una causa ( $X_i$ ) y un efecto ( $Y$ ) que produce como conclusión una síntesis sólo probable ( $p(Y / X_i)$ ).

La deducción se inicia donde concluye la inducción. Su punto de partida es una regla o ley (conocida) de la cual se obtienen las conclusiones que constituyen derivaciones necesarias de la relación de implicación. De modo que si la premisa es verdadera y el razonamiento obedece a una mecánica correcta, la conclusión es una tesis cierta.

La abducción, por su parte, es un método de inferencia que permite retroceder hacia una causa posible ( $X_i$ ) a partir de un efecto observado ( $Y$ ) y en este retroceso intenta descubrir, a partir de la experiencia, el nexo que vincula éste con aquélla, generando una conclusión consistente en una hipótesis causal probable ( $p(X_i / Y)$ )<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Ver Peirce (1878)(1893).

<sup>2</sup> La abducción también fue denominada por Peirce como “retroducción” o “presunción”.

Asumiendo como punto de partida un paradigma determinístico, la inducción es una inferencia tal que, a partir de una representación en base a un conjunto incompleto de información ( $\Omega^*(t)$ ) y un supuesto sistema causal determinado por una axiomática inherente a una teoría económica ( $S$ ), intenta explicar el comportamiento de un fenómeno económico dinámico ( $Y(t)$ ), en tanto que la abducción es una inferencia que, a partir de un conjunto incompleto de información, intenta decidir si una hipótesis ( $X_i(t)$ ) —o un conjunto de hipótesis-conjeturas (no observables)— constituye un factor causal de  $Y(t)$ <sup>3</sup>.

Dado que el conjunto de información tomado como punto de partida es siempre incompleto, las decisiones que se asuman sobre la existencia de relaciones de causalidad entre los fenómenos serán en condiciones de incertidumbre y, por lo tanto, estarán afectadas por una probabilidad no-nula de adoptar una decisión equivocada, representada por una distribución de probabilidades condicionada,  $p[(X(\tau) \Rightarrow Y(t) / \Omega^*(\tau, Y))] (\tau < t)$ . Una probabilidad que puede considerarse caracterizada por el “falibilismo” Peirceano basado en ciertos principios de carácter metafísico: **i**) que el paradigma determinístico genera un tipo de azar-ignorancia inherente a la visión que posee el observador sobre el comportamiento de los fenómenos; **ii**) que no existe ningún conjunto de información que determine verdaderos comportamientos y **iii**) que los fenómenos existen en una determinada realidad y que ésta experimenta un estado de evolución continua.

## 2.- Subjetivismo, biconceptualidad y la teoría de la asociación de ideas

La doctrina de la asociación de ideas —que, a partir de la vinculación de la psicología y la epistemología, intentó explicar los procesos psicológicos subyacentes al comportamiento racional— proporcionó la base conceptual que posibilitó las transiciones entre las interpretaciones objetivista y subjetivista de la probabilidad. Los fundamentos de este principio de “*filosofía-cum-psicología*” de la ciencia fueron establecidos por Locke (1689), quien asoció las interpretaciones cualitativa y cuantitativa de la evidencia objetiva y las vinculó a la interpretación logicista de la probabilidad (una interpretación casi exclusivamente filosófica no necesariamente cuantitativa) basada en grados de creencia, generando de esta forma una relación del tipo “*experiencia=creencia*”.

Como continuador de la obra de Locke, George Butler (1736) también consideró, en el marco de la interpretación epistémica de la probabilidad, razonamientos inductivos y analógicos expresados en términos frecuentistas. Por su parte Hume (1739), si bien coincidió con el planteo de Locke de igualar probabilidad, experiencia y creencia<sup>4</sup>, reconoció, en su concepción asociacionista-empirista, dos dimensiones netamente diferenciadas: una psicológica-escéptica y otra matemática-cuantitativa y logró una asimilación sin precedentes hasta entonces entre probabilidades filosóficas y matemáticas.

Otra etapa importante en este proceso de cuantificación de la vinculación entre creencia, inducción y analogía y probabilidad se debe a Buffon (1777), quien introdujo consideraciones sobre la

---

<sup>3</sup> Burks (1946): “La inducción es un método dirigido a la evaluación de hipótesis, en tanto que la abducción es un método dirigido a describirlas” (p. 301). Ver también Burks (1943), Génova (1996).

<sup>4</sup> “Dado que el hábito que genera la asociación surge de la frecuencia en la conjunción de objetos, debe arribar a la perfección en forma gradual y debe adquirir más fuerza con cada caso observado. Con el primer caso no poseerá ninguna fuerza o poseerá una fuerza muy pequeña; el segundo caso observado la incrementará algo; el tercero la hará más sensible. Es a través de este lento procedimiento que nuestro juicio ha de arribar a una seguridad total” (p. 135).

probabilidad a partir de una jerarquía de certidumbres que denominó “matemática”, “física” y “moral”, derivadas respectivamente de argumentos demostrativos, inductivos y analógicos.

Así como el desarrollo de la teoría de la asociación de ideas vinculó a las interpretaciones objetivista y subjetivista de la probabilidad, su declinación en el siglo XIX profundizó las diferencias entre las mismas hasta volverlas incompatibles. Es así que, a partir del replanteo en términos de una probabilidad objetiva que expresaba “...la existencia de una relación entre las cosas” y una probabilidad subjetiva vinculada con “...nuestra forma de juzgar o sentir, que varía de un individuo a otro” realizado por Poisson (1837) y continuado por Cournot (1838), Ellis (1849) y Boole (1854), la comparación de estas interpretaciones se convirtió en el tema central de las discusiones sobre la noción de probabilidad.

Si bien la interpretación subjetivista reconoce sus orígenes en la ya mencionada “filosofía-cum-psicología” de fines del siglo XVII y del siglo XVIII, recién con la introducción formal del concepto de “probabilidad personal” por parte de Ramsey (1931) y de de Finetti (1930a)(1930b) (1931a)(1931b)(1931c)(1937) dejó de ser considerada una curiosidad.

Dado que, como se expresó en la Sec. 1, la explicación a obtener acerca del comportamiento de un fenómeno perteneciente al ámbito de las ciencias fácticas será siempre incompleta y que, por lo tanto, todo observador se verá inevitablemente obligado a construir inferencias en condiciones de incertidumbre, resulta que estas inferencias carecen de sentido en el dominio de la lógica de lo cierto, ya que no permiten caracterizar como cierto o imposible algo que para el observador aparece como posible pero eventual y que permanecerá en esa categoría sin importar en qué forma ni en qué medida varíe su conjunto de información. Las explicaciones de dicho observador se justifican –según los postulados de la teoría de Finettiana de la “prèvision”- solamente en el ámbito de la “lógica de lo probable” en la que sus posibilidades se reducen a ponderar el rango de los resultados posibles, asignando a cada uno de estos una probabilidad condicionada, es decir una evaluación cuantitativa de su grado de creencia personal –o idea similar- acerca de su ocurrencia<sup>5</sup>. Un grado de creencia cuya interpretación, en lo que hace a su operacionalismo, permite concluir que el probabilismo de Finettiano y la inferencia inductiva asociada son intrínsecamente Bayesianos<sup>6</sup>.

Esta consideración de la teoría de la probabilidad como una generalización de la lógica formal constituye el núcleo de la interpretación subjetivista de Ramsey y de Finetti– que posteriormente Jeffrey (1992a)(1992b)(1993) denominó “probabilismo radical”- y el origen de su pragmatismo-operacionalismo-anti racionalismo. Una interpretación según la cual las leyes de la probabilidad son “leyes de no-contradicción: (...) no restringen la libertad de nadie para atribuir un valor cualquiera a la probabilidad de ocurrencia de un evento cualquiera. Sólo se debe evitar que, al evaluar más de una probabilidad, dichas asignaciones sean contradictorias entre sí” (de Finetti (1972b, p. 23).

---

<sup>5</sup> de Finetti (1989): “El cálculo de las probabilidades es la lógica de lo probable. Así como la lógica formal enseña a deducir la verdad o falsedad de ciertas premisas, el cálculo de las probabilidades enseña a deducir la mayor o menor verosimilitud o probabilidad de ciertas consecuencias a partir de la mayor o menor verosimilitud o probabilidad de ciertas premisas” (p. 261).

<sup>6</sup> Galavotti (1997): “El probabilismo de Finettiano es intrínsecamente Bayesiano (...) y la única forma aceptable de lograr una inferencia probabilística y, en consecuencia, la totalidad de la metodología estadística” (p. 255).

Si bien Ramsey y de Finetti consideraron la necesidad de una lógica diferente para caracterizar a la teoría de la probabilidad, sus propuestas –coincidentes en sus fundamentos pragmáticos<sup>7</sup>- presentan diferencias: de Finetti propuso una lógica de la incertidumbre según la cual el concepto de verdad debe ser reemplazado por el de “*certeza práctica*” (y tal que las diferencias entre los conceptos de “*verdad*”, “*certeza lógica*” y “*certeza práctica*” son irresolubles); por su parte, Ramsey consideró una “*lógica mayor*” (fundamentalmente psicológica) que, en coincidencia con Wittgenstein (1961), interpreta como una “*lógica del descubrimiento*” o “*lógica inductiva*”, opuesta a una “*lógica menor*” como una “*lógica formal*” (que puede ser interpretada como una ciencia objetiva consistente en proposiciones objetivamente necesarias).

Ramsey planteó su propuesta –de corte antilogicista- a partir de una crítica detallada de la interpretación Keynesiana, en tanto que la propuesta de de Finetti (1938), si bien se opuso a la tesis central del logicismo -consistente en fundamentar la probabilidad sobre proposiciones lógicas<sup>8</sup>- y planteó la necesidad de evitar cualquier ingrediente metafísico en los fundamentos de la probabilidad, asumió un carácter netamente antifrecuencista, consistente principalmente en la crítica de la obra de Reichenbach y von Mises.

Las principales críticas de Ramsey a la interpretación Keynesiana se refieren a la hipótesis que supone la existencia de relaciones lógicas de probabilidad entre pares de proposiciones y la posibilidad de su percepción por el observador. Puntualiza que en la teoría logicista sólo es posible percibir relaciones lógicas en casos de cierta complejidad, pero que habitualmente su percepción en casos simples es imposible, lo que lo conduce a la conclusión que la intuición lógica no es adecuada para establecer la existencia de grados de vinculación parcial ni la satisfacción del sistema axiomático de Kolmogorov.

A fin de lograr una asimilación correcta de la teoría matemática de la probabilidad al grado de creencia personal (Bernoulliano) del observador<sup>9</sup>, Ramsey (1931) concluyó en la necesidad de desarrollar un sistema de medición basado en la idea que “...*el grado de una creencia es una propiedad causal de ésta, que puede ser expresada vagamente como el límite a partir del cual estamos preparados para actuar sobre dicha creencia*” (p. 169) y propuso una definición de los grados de creencia como integrantes de un sistema de preferencias a través de un sistema de axiomas de “*consistencia*”<sup>10</sup> que aseguran la coherencia de las preferencias, su representación en términos de números reales, la independencia del principio de indiferencia y la satisfacción de la propiedad de aditividad finita.

La axiomática de Ramsey, está basada en la idea que “...*el comportamiento en condiciones de incertidumbre del observador está gobernado por la conocida como esperanza matemática (...) pensada como una ley psicológica*” (p. 172). Lo cual implica una interpretación de la probabilidad vinculada a la noción de utilidad, íntimamente relacionada con un retorno a la interpretación de los probabilistas de los siglos XVI y XVII según la cual la probabilidad de ocurrencia de un evento *E*

---

<sup>7</sup> Coincidentes en que la lógica es “*la ciencia del pensamiento racional*” (Ramsey (1931), p. 191) “*que nos impide ser inconsistentes*” (Ramsey (1931), p. 201).

<sup>8</sup> De Finetti (1938): “...*fundamentar la probabilidad sobre la atribución de un contenido realístico a expresiones lógico-matemáticas, las cuales son puramente formales o simbólicas*” (p. 86, versión inglesa).

<sup>9</sup> “*Grado de confianza*” según la nomenclatura de de Finetti, como sinónimo de conocimiento imperfecto.

<sup>10</sup> Ramsey utiliza el término “*consistencia*” como equivalente a la coherencia de Finettiana.

podría ser interpretada como el precio (apuesta)  $p$  que un individuo estima equitativo pagar a un contrincante por el derecho a recibir de éste un importe unitario, exigible si  $E$  se verifica. Una interpretación del grado de creencia que sólo es válida en algunos casos, por ejemplo, no puede ser utilizada como medida de la intensidad de la creencia que posee un observador con respecto a una teoría o a una ley científica.

Para de Finetti (1931a) la apelación a la utilidad de la definición de Ramsey no es esencial, sino simplemente un recurso para dar a la probabilidad un significado operacional. De acuerdo con su interpretación la noción de probabilidad puede ser justificada en forma independiente del esquema de apuestas, generando una definición de probabilidad cualitativa (más intuitiva) basada en la relación “el evento  $A$  es al menos tan probable como el evento  $B$ ”. Una relación a partir de la cual construye una axiomática que implica la condición de coherencia<sup>11</sup>.

Si bien, de lo comentado en las páginas anteriores se puede concluir que la propuesta de Ramsey evolucionó de una interpretación logicista a una interpretación subjetivista-pragmatista de la probabilidad, debe tenerse en cuenta que en sus notas de 1928 y 1929 plantea ciertas dudas acerca de la noción de racionalidad de los grados de creencia, que surgen del hecho que el concepto de grado de creencia no es una consecuencia de la experiencia ni de principios psicológicos exclusivamente. Lo cual genera una dificultad respecto del fundamento de la noción de grado de creencia y perjudica inevitablemente la ya mencionada interpretación pragmática

Dado que, para de Finetti, la probabilidad es un concepto primitivo que expresa “*una sensación psicológica individual*” (de Finetti (1930), p. 302) y, por lo tanto, no es necesario basarla en ninguna noción de racionalidad trascendente al individuo evaluador, estos problemas no existen para la postulación de Finettiana. Su interpretación de la racionalidad se basa en la propiedad de intercambiabilidad, la cual permite describir cómo las frecuencias modifican la asignación de la probabilidad inicial y, en consecuencia, demuestran la razonabilidad del método inductivo y permiten completar el desarrollo de la interpretación subjetiva de la probabilidad<sup>12</sup>.

Si bien, como se vio, Ramsey comparte con de Finetti las características pragmáticas y operacionales de su interpretación de la probabilidad, la radicalización de la dogmática posición de Finettiana (“...*generada en su filosofía anti-realista y anti-metafísica*” (Galavotti (1991), p. 256)) que no admite ningún tipo de interpretación objetiva, profundizó sus diferencias con la propuesta de Ramsey de un subjetivismo estático no-Bayesiano, respecto del subjetivismo dinámico de Finettiano basado en dicha condición de intercambiabilidad.

---

<sup>11</sup> De acuerdo con la nomenclatura de Finettiana es necesario distinguir entre los conceptos de “*evento*”, como “*algo que puede verificarse*”, “*hecho*”, como “*algo que puede ocurrir*” y “*fenómeno*”, como “*algo que puede repetirse*”. El término “*fenómeno*” no posee un significado probabilístico. de Finetti lo utiliza en reemplazo de la expresión “*prueba*” de un evento, a fin de evitar la interpretación de “*evento*” como repetible en igualdad de condiciones. Ver Landro (2010)

<sup>12</sup> La propiedad de intercambiabilidad le hubiera permitido a Ramsey lograr la conexión entre grado de creencia y frecuencia y, en consecuencia, proporcionar el fundamento para una justificación pragmática de la inducción. Debe tenerse en cuenta que Ramsey conocía este resultado de de Finetti, probablemente a través del “*postulado de la permutación*” de Johnson.

Este divorcio conceptual condujo a Ramsey a renegar del subjetivismo y, en un retorno a la teoría de asociación de ideas, a adoptar su “visión biconceptual”, la cual considera que el significado de la probabilidad en lógica puede ser diferente de su significado estadístico: “*En este ensayo la teoría de la probabilidad es asumida como una rama de la lógica, la lógica de la creencia parcial y del argumento no concluyente; pero esto no implica sugerir que éste es el único ni siquiera el más importante aspecto en esta materia. La probabilidad es de fundamental importancia no sólo en lógica, sino también en estadística y en física y no podemos asegurar de antemano que su interpretación, tan útil en lógica, será también apropiada en física.*” (“Foreward” (1926), en Ramsey (1931, p. 157)).

Es decir, propuso dos interpretaciones de la probabilidad: una frecuentista en términos de cocientes de clases y otra, subjetivista entendida como grado de creencia sobre la ocurrencia de un evento individual e intentó (en vano), a partir de una forma de relación entre ambas, proponer la definición de una probabilidad estrictamente no-subjetiva en términos de grados de creencia y, como una conjetura, que la inducción podía ser justificada de acuerdo con la frecuencia relativa: “*...existen muchas conexiones entre creencias parciales y frecuencias. Por ejemplo, las frecuencias observadas a menudo conducen a los correspondientes grados de creencia y las creencias parciales, de acuerdo con el teorema de Bernoulli, conducen a la expectativa de las correspondientes frecuencias (...)* Es esta conexión entre la creencia parcial y la frecuencia la que nos permite utilizar el cálculo de las frecuencias como un cálculo de la creencia parcial consistente. Y, en este sentido, podemos decir que las dos interpretaciones constituyen los aspectos objetivo y subjetivo del mismo íntimo significado, así como la lógica formal puede ser interpretada objetivamente como un cuerpo de tautologías y subjetivamente como las leyes del pensamiento consistente” (pp. 187-188).

Esta biconceptualidad propuesta por Ramsey fue considerada por de Finetti como carente de sentido. La propuesta de Finettiana consiste en una interpretación (Humeana) de la inducción según la cual, a partir de la regla de Bayes combinada con la condición de intercambiabilidad, el teorema de representación proporciona una explicación de la relación entre los elementos lógico y subjetivo de la probabilidad como grado de creencia y una justificación de la tendencia generalizada “*a suponer que la frecuencia observada en el pasado tendrá un comportamiento similar a la frecuencia a observar en el futuro*” (de Finetti (1972a), p. 34)<sup>13</sup>.

### **3.- La objetivización de la chance**

En sus notas “*On the hypothesis of limited variety*” (1922), “*Induction: Keynes and Wittgenstein*” (1922), “*Criticism of Keynes*” (1926), “*Truth and probability*” (1926), “*Chance*” (1928), “*Reasonable degree of belief*” (1928) y “*General propositions and causality*” (1929)<sup>14</sup>, como una extensión y generalización de la doctrina de la asociación de ideas y como base de la probabilidad frecuentista, Ramsey introdujo una noción de “*chance*” especialmente apropiada en las aplicaciones a la física de campo (y, como una extensión, en las aplicaciones a las ciencias fácticas). Su propuesta consiste en una interpretación de la “*chance*” como grado de creencia, referido más a un sistema de creencias que a creencias personales referidas a situaciones particulares y caracterizó a la probabilidad

---

<sup>13</sup> Este teorema constituye el fundamento de la filosofía de Finettiana de la probabilidad y la base de su diferenciación entre el cálculo de probabilidades y la condición de coherencia y el proceso de su evaluación. Ver Zabell (1921).

<sup>14</sup> Todas incluidas en Ramsey (1931).

en las ciencias físicas como una chance referida a un sistema de teorías científicas comúnmente aceptadas como verdaderas, es decir a un sistema respecto del cual las opiniones de los integrantes de la comunidad científica, basadas sobre la evidencia experimental, convergen. La objetividad de esas teorías, comúnmente aceptadas como verdaderas, conducen a una interpretación objetiva de la chance, en un paradigma determinista. Es decir, en este contexto la interpretación subjetivista de Ramsey del grado de creencia personal transcurre hacia una interpretación objetivista basada en un conocimiento compartido por la comunidad científica

Si bien, como se mencionó en la sección precedente, la interpretación de Finetti admite un método inferencial y, en consecuencia, la modificación de la asignación de probabilidades subjetivas y la dinamización de la interpretación estática de Ramsey, su radicalismo le impidió considerar una definición de chance objetiva. No obstante, la combinación de la chance propuesta por Ramsey y la interpretación de Finetti de la probabilidad, proporcionan un fundamento epistemológico pragmático y no-realístico de la biconceptualidad.

Alternativa a la definición de Ramsey, como un intento de solución al problema de la interpretación de la probabilidad en la mecánica cuántica, Popper (1957)(1959a)(1959b)(1982)(1990) introdujo una nueva interpretación objetivista en la que las probabilidades representan el grado de ignorancia del observador y, dado que en la mecánica cuántica las probabilidades se basan (en principio) en una sucesión de observaciones repetidas en igualdad de condiciones, son asimilables a la propensión inherente a dicha sucesión. Es decir, asignar una probabilidad  $p$  a la ocurrencia de un evento  $E$  implica reconocer que la sucesión de repeticiones tiene una propensión tal que, cuando el número de repeticiones aumenta indefinidamente, la frecuencia relativa converge-en-probabilidad a  $p$ .

Posteriormente Popper abandonó esta propuesta inicial presentada como una variante de la interpretación frecuentista afectada por muchos elementos subjetivos, debido a que resultaba inapropiada para la asignación de probabilidades objetivas “singulares” sobre la ocurrencia de eventos individuales. Esta transición lo condujo a una variante del logicismo en la que las probabilidades de eventos individuales, deben más ser consideradas como dependientes fundamentalmente del conjunto de condiciones a las cuales está referido el evento que del evento mismo.

De modo que esta interpretación propensionalista considera la asignación de probabilidades objetivas a eventos que admiten su repetición en igualdad de condiciones y de probabilidades subjetivas eventos singulares. La cuestión de la caracterización de la relación de estas probabilidades subjetivas sobre la ocurrencia de un evento con la frecuencia relativa del mismo forma parte del problema de la “falsación”. De acuerdo con Popper (1934), *“Las relaciones entre probabilidad y experiencia todavía necesitan ser clasificadas. La investigación de este problema nos conducirá a lo que parecería ser una objeción insuperable a mi punto de vista metodológico. Aunque las afirmaciones probabilísticas juegan un papel de vital importancia en la ciencia empírica son, en principio, impermeables a la falsificación estricta”. No obstante, este aparente inconveniente constituirá la base a partir de la cual testear la validez de mi teoría”* (p. 146).

La solución propuesta por Popper a esta imposibilidad de arribar a una “falsificación estricta”, consistió en apelar a la noción de “falsación metodológica” según la cual, aunque las proposiciones sobre probabilidades no sean estrictamente falsificables, pueden ser utilizadas (y de hecho lo son en



las ciencias fácticas) como argumentos falsables mediante la utilización de tests estadísticos, según los cuales una hipótesis  $H$  puede ser refutada aún cuando desde un punto de vista estrictamente lógico no sea refutable, lo cual implica reconocer que  $H$  es utilizada como una propuesta falsable aún cuando no estrictamente falsificable (criterio conocido como de lo “*aproximadamente verdadero*”).

Teniendo en cuenta que la interpretación determinística de la ciencia incorpora consideraciones estadísticas sólo cuando sus leyes y teorías deben ser testeadas y que en la interpretación estadística la probabilidad está incorporada en las leyes, se puede concluir que la regla de falsación constituye una generalización natural de la forma de tratamiento de los errores cuando se contrastan teorías determinísticas. Obsérvese que, a diferencia de lo que ocurre en la teoría frecuentista, en la que el vínculo entre probabilidad y frecuencia está dado por una definición operacional de la probabilidad en términos de frecuencias relativas, en esta interpretación propensionalista Popperiana el vínculo está dado por la regla de falsación mediante la cual, a partir de hipótesis probabilísticas, se pueden obtener resultados sobre las frecuencias y estos pueden ser corroborados por la observación. Es decir, de acuerdo con esta interpretación, la chance está definida en términos de propensiones, las cuales “...representan realidades físicas” (Popper (1990), p. 12) y son testeables mediante las frecuencias observadas.

De acuerdo con las consideraciones realizadas hasta aquí, es posible postular entonces una clasificación de los conceptos de propensión según se trate de : **i) casos repetibles**, en los cuales las propensiones están asociadas a condiciones repetibles y son capaces de generar, a partir de sucesiones de repeticiones suficientemente largas (pero finitas), frecuencias relativas que pueden ser consideradas como aproximaciones a las probabilidades y **ii) casos singulares**, en los cuales las propensiones son consideradas como capaces de producir un resultado particular en una situación específica. La propuesta original de Popper que, como se vio, en principio abarcó ambas clases, finalmente varió en forma radical (en particular en Popper (1990)) cuando, en su afán de preservar el concepto de probabilidad objetiva para eventos singulares, abandonó la idea de asociar a las propensiones con las condiciones repetibles por considerar que resultaba sumamente difícil trasladar las condiciones repetibles a instancias particulares de las mismas.

Otra propuesta, incluida en el ámbito de la interpretación propensionalista que comparte algunos aspectos acerca de las características de la chance con las definiciones de Ramsey y Popper –y adolece de las mismas limitaciones-, es la debida a Campbell (1920)(1921)(1922).

Campbell coincide con Ramsey en la idea que las teorías que tienen una aceptación “universal” pueden ser consideradas verdaderas, pero rechaza su idea que considera que la chance asume su carácter objetivo a partir de la existencia de teorías, es decir la idea que la asignación de probabilidades a la ocurrencia de eventos que forman parte de una teoría, está sugerida por dicha teoría. Por su parte, Ramsey rechaza la idea de Campbell que considera a la chance como una combinación –no definida rigurosamente- de una propiedad física y del supuesto que la probabilidad admite un significado empírico a partir a partir de una definición frecuentista.

Las coincidencias de Campbell con la definición de Popper son mayores, en la medida que considera que la chance se refiere siempre a sistemas y que puede ser atribuida a un caso simple en forma derivada y que, por lo tanto sólo puede ser medida en forma derivada, en particular utilizando

frecuencias observadas<sup>15</sup>. La diferencia fundamental con Popper radica en que, mientras Campbell pone el énfasis en la versión cuantitativa de las chances, Popper privilegia su posibilidad de testeo.

#### 4.- Las probabilidades Carnapianas

En el ámbito de la interpretación logicista, Carnap (1945) –a partir del reconocimiento en el lenguaje precientífico de las nociones de probabilidad “a priori” y “a posteriori”– elaboró los conceptos de “*grado de confirmación de una hipótesis*” (asimilable a un grado de creencia subjetivo sobre una chance).–que denotó como  $Pr_1$  – y de “*probabilidad estadística*” –que denotó como  $Pr_2$ . Un planteo relacionado más con su valor semántico, es decir con el contenido que se vincula con el significado a atribuir a la probabilidad, que con su estructura sintáctica.

Carnap desarrolló los dos conceptos basándose respectivamente: **i)** en la interpretación logicista de Keynes (1921) y Wittgenstein (1961), según la cual la probabilidad  $Pr_1$  de una proposición  $q$  respecto de una proposición  $p$  está dada por la medida del ámbito común a  $p$  y a  $q$  respecto de la medida del ámbito de  $p$ <sup>16</sup> y **ii)** en la interpretación frecuentista de von Mises (1928) y Reichenbach (1935).

Si bien, tanto  $Pr_1$  como  $Pr_2$  son funciones de dos elementos (es decir, representan la probabilidad “...de una cosa respecto de cualquier otra cosa”) y, si bien ambas pueden asumir valores comprendidos en el intervalo  $[0,1]$ , sus diferencias conceptuales son muy profundas. De acuerdo con Barone (1953), “*En la  $Pr_1$  los argumentos son eventos, estados de hecho, circunstancias, es decir – en términos semánticos- proposiciones en cuestión, y las definiciones sobre  $Pr_1$  son construidas en un modo puramente lógico*” (p. 377). Por el contrario, “...los argumentos de la  $Pr_2$  son propiedades, clases de eventos o de cosas y, si bien las definiciones sobre la  $Pr_2$  son sintácticas, no excluyen la posibilidad de construir una teoría matemática (analítica) sobre la misma” (p. 377). Es decir, la decisión del observador se basa fundamentalmente en la evidencia producida por las observaciones ( $Pr_2$ ) y, en segundo lugar en una asignación analítica de la probabilidad ( $Pr_1$ ) que, si bien no agrega nada a la evidencia producida por las observaciones, intenta explicitar alguna forma de relación lógico-inductiva entre la evidencia y la hipótesis analizada.

Una relación entre operaciones lógicas y operaciones relacionadas con el conjunto de información con que cuenta el observador que el empirismo riguroso de Carnap impidió identificar. Aún aceptando que las primeras influyen sobre las segundas, en la medida que las operaciones lógicas permiten atribuir un grado de confirmación de la información empírica y la información empírica contribuye a la selección de la inferencia inductiva más adecuada, no logró establecer una relación efectiva entre el ámbito analítico representado por la  $Pr_1$  y el ámbito empírico representado por el conjunto de información ( $Pr_2$ ).

Carnap consideró a  $Pr_2$  como secundaria y se dedicó casi con exclusividad a  $Pr_1$ , a la que tomó como punto de partida para la construcción de una lógica capaz de describir a nivel formal las modalidades

---

<sup>15</sup> Campbell (1922): “*Chance es un concepto teórico que juega un rol importante en las teorías físicas, pero interviene en las leyes elaboradas por estas teorías sólo porque representa una frecuencia relativa*” (p. 67).

<sup>16</sup> Se define aquí como ámbito de una proposición al dominio determinado por sus condiciones de verdad.

con que se asignan los valores de probabilidad a las hipótesis abductivas ( $H$ ), en base a una evidencia ( $e$ ):  $Pr_1 = f(H, e)$ <sup>17</sup>.

## 5.- El principio principal

A modo de resumen se puede concluir, entonces, que las interpretaciones biconceptuales de la probabilidad obtenidas de los postulados de la doctrina de la asociación de ideas, no lograron definir en forma rigurosa el vínculo entre la evidencia objetiva y los grados de creencia sobre los valores a asumir por una variable aleatoria  $Y(t)$  representativa del valor a adoptar por un fenómeno dinámico perteneciente al ámbito de las ciencias fácticas en un punto del tiempo  $t$  no transcurrido, cuyo dominio es  $\Omega(t, Y)$ : Ramsey reconoce que la relación entre una creencia (parcial) y la frecuencia relativa real está dada por una función proposicional arbitraria. De acuerdo con Popper, la definición de las relaciones entre probabilidades singulares objetivas y experiencia (formada por el conjunto de información con que cuenta cada observador) constituye un problema aparentemente insuperable desde un punto de vista metodológico. Carnap concluye que la definición biconceptual se basa en una relación no identificada entre la evidencia producida por el conjunto de información y una asignación analítica de la probabilidad.

Es el “*principio principal*” de Lewis (1980) el que, a partir de las probabilidades Carnapianas, postula una restricción a la racionalidad de las probabilidades personales y una definición implícita de probabilidades objetivas, basada en la existencia de una vinculación racional entre la chance objetiva,  $\pi[(Y(t) \in C)/E(\tau)]$  (donde  $C$  denota una partición  $C$  del dominio  $\Omega(t, Y)$ ,  $C \subseteq \Omega(t, Y)$  y  $E(\tau)$  ( $\tau < t$ ) representa un conjunto de información formado por “*evidencia admisible*”) y el grado de creencia sobre dicha chance,  $f^{(C)}(\cdot)$ , consistente en una medida híbrida construida como la probabilidad de una probabilidad. De modo que, si se verifica que la chance  $\pi[(Y(t) \in C)/E(\tau)] = p$ , entonces será:

$$f^{(C)}\{(Y(t) \in C) / \pi[(Y(t) \in C)/E(\tau)] = p, S(\tau)\} = p$$

donde  $S(\tau)$  denota una proposición “*admisible*” al momento  $t$  compatible con la chance y bajo el supuesto que, en ausencia completa de evidencia,  $\pi(\cdot/\cdot)$  representa una función de probabilidades racional<sup>18</sup>.

Es decir, a partir del supuesto que, como parte de la teoría de la evidencia, la función de creencia es una función de probabilidades condicionada y en el contexto del condicionamiento Bayesiano<sup>19</sup>, el

<sup>17</sup> A partir de la interpretación de Ramsey y de Finetti y de la radicalización de Carnap, Richard Jeffrey (1977)(1980) (1992a)(1992b)(1993)(1996)(2004) desarrolló una filosofía de la probabilidad –a la que denominó “*probabilismo radical*”. Esta versión puede ser considerada el fundamento de una interpretación objetivista no-frecuencista, que admite una noción e probabiidad física.

<sup>18</sup> Aquí se ha considerado como racional a toda medida de probabilidad que satisfaga la axiomática de la “*teoría de la previsión*” de de Finetti (1937) (ver Landro (2010)).

<sup>19</sup> La regla de condicionamiento Bayesiano puede ser expresada de la siguiente forma: *probabilidad "a posteriori"=(verosimilitud) × (probabilidad "a priori")*, donde la verosimilitud está definida como  $\frac{p\{(Y(t) \in C)/(\pi=p), S(t)\}}{p\{(Y(t) \in C)/S(t)\}}$ . De modo que, si la chance ( $\pi = p$ ) permite modificar la asignación de la probabilidad de ocurrencia del evento ( $Y(t) \in C$ ), la misma modificación se verificará en la asignación de la probabilidad “a posteriori” de la chance ( $\pi = p$ ).

principio principal postula que la chance objetiva existe, que constituye una evidencia dominante y que, en consecuencia, si al momento  $t$ , la evidencia con que cuenta el observador incluye la proposición que la chance ( $Y(t) \in C$ ) es  $p$ , entonces su grado de creencia en la ocurrencia de ( $Y(t) \in C$ ) será  $p$ .

Más allá de la limitación que implica que la evidencia  $E(\tau)$  no debe proporcionar información sobre el comportamiento “cierto” de  $Y(t)$  (es decir, que debe estar definida por un conjunto de información autorregresiva y causal), Lewis no define un criterio general que permita calificar a una evidencia como admisible<sup>20</sup>. Circunstancia que dio origen a numerosas controversias que se materializaron en una amplia literatura acerca de la naturaleza de la admisibilidad, las cuales no serán tratadas en este trabajo<sup>21</sup>.

Asimismo, cabe destacar que la interpretación de Lewis del concepto mismo de evidencia también dio origen a múltiples discusiones<sup>22</sup>, debido a que los ejemplos a los que hace referencia en su trabajo están relacionados exclusivamente con una interpretación frecuentista basada en sucesiones de observaciones repetidas en igualdad de condiciones, que si bien pueden ser consideradas como buenas evaluadoras de la chance, de acuerdo con los postulados de la ley de los grandes números, resultan inapropiadas para funciones de creencia definidas sobre un álgebra de eventos no-conmutativa<sup>23</sup>.

Con respecto a la implicación en ambos sentidos entre funciones de creencia y funciones de probabilidades condicionadas postulada tanto por el Bayesianismo subjetivo como el objetivo<sup>24</sup>, debe tenerse en cuenta que esta equivalencia, de acuerdo con los postulados del principio principal, es estática; es decir se verifica solamente respecto de grados de creencia relacionados con probabilidades “a priori” (no nulas), pero no permite evaluar variaciones en los grados de creencia sobre la chance<sup>25</sup>.

A fin de superar esta restricción de estaticidad de la equivalencia entre grados de creencia y probabilidades condicionadas, se utilizó aquí una variante del Bayesianismo objetivo basada en la sustitución del condicionamiento Bayesiano por el principio de entropía máxima, para modificar los grados de creencia cuando varía la evidencia. Esta propuesta (debida a Williamson (2010)(2019) y Wallmann; Williamson (2020)) conduce a una versión del principio principal perteneciente al conjunto de teorías epistémicas de la probabilidad, consistente en un Bayesianismo “convexo”<sup>26</sup> en

---

<sup>20</sup> De acuerdo con este criterio, en términos de apuestas, debería considerarse como no-admisible a toda evidencia que coloque al observador en condiciones de ganar o perder con certeza.

<sup>21</sup> Ver Than (1994), Hall (1994)(2004), Strevens (1995), Black (1998), Roberts (2001)(2013), Ismael (2008), Meachan (2010), Haddock (2011), Pettigrew (2012), Wallmann; Hawthorne (2018), Hawthorne; Landes; Wallmann; Williamson (2017).

<sup>22</sup> Ver Jeffrey (2004), Williamson (2000)(2017), Rowbottom (2014), Mitova (2017).

<sup>23</sup> Ver Wallmann; Hawthorne (2018), Hawthorne; Landes; Wallmann; Williamson (2017).

<sup>24</sup> Debe tenerse en cuenta que esta asimilación de grados de creencia a probabilidades es el dogma que constituye el núcleo del Bayesianismo.

<sup>25</sup> Para un tratamiento más detallado, ver Steele (2012), Easwaran; Fenton-Glynn; Hitchcock; Velazco (2016), Gallow (2018), Nissan-Rozen (2018).

<sup>26</sup> La calificación del Bayesianismo como “estricto” o “convexo” se debe a Levi (1980).

base al criterio de “*calibración*” de los grados de creencia de la chance, según la cual la actualización de los grados de creencia no se obtiene mediante la aplicación sucesiva de la relación “*creencias condicionadas = probabilidades condicionadas*”, sino mediante la selección de funciones de creencia condicionadas, en parte por las características de la evidencia y los dictados de la teoría epistémica de la probabilidad y, en parte, por la actitud subjetiva del operador.

## 6.- La causalidad epistémica

Como una extensión de la teoría epistémica de la probabilidad es posible postular una teoría epistémica de la causalidad estocástica, según la cual los grados de creencia en la existencia de una relación de causalidad deben ser calibrados respecto de la chance<sup>27</sup>. Es decir, una teoría epistémica de la causalidad que incluya al Bayesianismo subjetivo, al Bayesianismo objetivo y a ciertas teorías de probabilidad “*imprecisa*” que determinen cómo los grados de creencia se ajustan a la evidencia admisible, de acuerdo con dicho criterio de calibración.

De acuerdo con una interpretación asociacionista en el ámbito de la teoría epistémica de la causalidad estocástica, se consideró aquí que un fenómeno  $\{X(t)\} \in E(t)$  ( $t \in \mathbb{R}$ ) constituye una causa de  $\{Y(t)\} \in E(t)$  ( $t \in \mathbb{R}$ ) si se verifica que<sup>28</sup>:

$$p[(Y(t) \in C) / E(\tau)] \neq p[(Y(t) \in C) / E(\tau) - X(\tau)] \quad (\tau < t)$$

Esta definición responde al concepto de causalidad de Wiener-Granger en fenómenos dinámicos según el cual el fenómeno  $\{X(t)\}$  puede ser considerado una causa de  $\{Y(t)\}$  si el pasado de  $\{X(t)\}$  contribuye a predecir el presente y el futuro de  $\{Y(t)\}$ , más allá del contenido predictivo de su autorregresividad.

La condición  $\tau < t$  responde al primer axioma Granger (1997) según el cual “*El pasado y el presente pueden causar el futuro, pero el futuro no puede causar el pasado*” (p. 319)<sup>29</sup>. El segundo axioma considera que el sentido de las relaciones causales es invariante con respecto al tiempo<sup>30</sup>.

Así como, de acuerdo con la teoría epistémica de la probabilidad y en términos de una probabilidad imprecisa, una propuesta probabilística constituye una creencia sobre una proposición de la forma  $\pi[(Y(t) \in C) / E(\tau)] = z$  ( $\tau < t, z \neq \emptyset, z \subset [0,1]$ )<sup>31</sup>, de acuerdo con los postulados de la abducción y en el ámbito de la teoría epistémica de la causalidad, la chance

---

<sup>27</sup> Ver Landro; González (2021).

<sup>28</sup> La teoría epistémica de la causalidad considera solamente la evidencia, la cual incluye evidencia de la existencia de asociaciones y evidencia de mecanismos entre los fenómenos  $\{X(t)\}$  e  $\{Y(t)\}$ . Obviamente la causalidad epistémica posee capacidades inferenciales (Hall (2004), Williamson (2009)(2011)). Reiss (2011)(2012) propone una teoría inferencialista según la cual el significado de una supuesta relación causal está caracterizada por las proposiciones a partir de las cuales se infiere el supuesto y por las proposiciones que se infieren de dicho supuesto.

<sup>29</sup> Ver Reichenbach (1956), Good (1961), Suppes (1970), Shoham (1988).

<sup>30</sup> Este axioma, generalmente aceptado, es fundamental para asegurar la posibilidad de testear la presencia de causalidad.

<sup>31</sup> Ver González; Landro (2021).

$$\pi[(X(\tau) \text{ es un factor causal de } Y(t)) / E(\tau)] = \pi[(X(\tau) \Rightarrow Y(t)) / E(\tau)] = z \quad (t > \tau)$$

debe ser interpretada, a partir de una evidencia admisible  $E(\tau)$ , como una condición dominante de una función de creencia referida la existencia de una relación causal de la forma  $(X(\tau) \Rightarrow Y(t))$ :

$$g^{(C)}\{(X(\tau) \Rightarrow Y(t)) / \pi[(X(\tau) \Rightarrow Y(t)) / E(\tau)] = z, S(\tau)\}$$

(en la medida que esta creencia sea coherente en el sentido de de Finetti y compatible con la evidencia).

El mecanismo de calibración conduce a una variante imprecisa del grado de creencia según la cual, si la proposición  $\pi[(X(\tau) \Rightarrow Y(t)) / E(\tau)] = z$  está incluida en el conjunto  $\mathbb{Q}$  de proposiciones causales binarias ( $\pi[(X(\tau) \Rightarrow Y(t)) / E(\tau)] = z \subseteq \mathbb{Q}$ ), entonces la función representativa de los grados de creencia en la existencia de una relación causal de la forma  $[(X(\tau) \Rightarrow Y(t)) / E(\tau)]$  debe estar incluida en el “hull” convexo del conjunto  $\mathbb{Q}$  ( $g^{(C)}\{\cdot / \cdot\} \subseteq \langle \mathbb{Q} \rangle$ ) definido por el conjunto de combinaciones convexas de pares de sus funciones de probabilidades.

## 7.- Calibración y causalidad estocástica en los procesos económicos dinámicos

Sea un fenómeno económico dinámico  $Y(t, \omega)$  ( $t \in \mathbb{R}$ ) que admite una representación lineal asimilable a un proceso estocástico estrictamente estacionario y cuya configuración varía en el dominio continuo de los estados,  $\omega(t) \in \Omega(t, Y)$  ( $t \in \mathbb{R}$ ). En el que cada estado  $\omega(t)$  se supone definido por la realización simultánea, en el momento  $t$ , de los infinitos procesos estocásticos estrictamente estacionarios que forman su estructura causal, cuya expresión formal está dada por el conjunto infinito numerable:

$$\Omega(t, Y) = \{Y(\tau), X_1(\tau_1), X_2(\tau_2), \dots\} \quad (t, \tau, \tau_i \in \mathbb{R}, \tau < t, \tau_i < t, i = 1, 2, \dots)$$

y tal que la sucesión temporal de los estados forma su trayectoria necesaria. De modo que el fenómeno  $Y(t, \omega)$  queda definido como un sistema que evoluciona en un dominio espacio-temporal y que se supone caracterizado por una cadena de presuntas causas y efectos de la forma:

$$(X_i(\tau_i) \Rightarrow Y(t)) \quad (t, \tau, \tau_i \in \mathbb{R}, \tau < t, \tau_i < t, i = 1, 2, \dots)$$

representativa del principio de solidaridad universal que relaciona a los fenómenos.

Estos supuestos asumidos como punto de partida se traducen en el siguiente sistema axiomático que define el ámbito teórico en el que evoluciona el fenómeno  $\{Y(t, \omega)\}$ :

1)  $\{Y(t, \omega)\}$  ( $t \in \mathbb{R}$ ) se comporta de acuerdo con un paradigma determinístico, lo cual implica que su naturaleza obedece a ciertas premisas de orden metafísico: **i)** que el ámbito al que pertenecen los fenómenos es real; **ii)** que existen leyes objetivas que rigen su comportamiento y **iii)** que estas leyes son inherentes a los fenómenos, racionales y asintóticamente cognoscibles.

2) La representación del comportamiento del fenómeno está dada por una función  $f[\Omega^*(t, Y)]$  (no estocástica), definida por un sistema formado por un conjunto finito de presuntas variables causales sugerido por una teoría económica asumida como punto de partida:

$$\Omega^*(\tau, Y) = \{Y(\tau), X_1(\tau_1), X_2(\tau_2), \dots, X_k(\tau_k)\} \subset \Omega(\tau, Y)$$

( $t, \tau, \tau_i \in \mathbb{R}, \tau < t, \tau_i < t, i = 1, 2, \dots, k; Y(t), X_1(t), \dots, X_k(t) \in \mathbb{R}$ ) y respecto de las cuales el observador cuenta con información empírica.

3) Dado que  $f[\Omega^*(\tau, Y)]$  constituye una representación inevitablemente insuficiente, en condiciones de estacionariedad estricta, resulta que:

$$Y(t) = f[\Omega^*(\tau, Y)] + (\varepsilon(t) / \Omega^*(\tau, Y))$$

donde: **i)**  $f[\Omega^*(\tau, Y)]$  denota el comportamiento esperado de  $\{Y(t)\}$ :

$$f[\Omega^*(\tau, Y)] = E[Y(t) / \Omega^*(s_1, Y), \Omega^*(s_2, Y), \dots] \quad (t, s_i \in \mathbb{R}; i = 1, 2, \dots; t > s_1 > s_2, \dots)$$

suponiendo que los factores incluidos en  $\Omega^*(\tau, Y)$  son sus únicas presuntas causas y  $f[\cdot]$  es la función que representa la verdadera relación causal, invariante en el tiempo, entre dichos factores e  $Y(t)$  (de acuerdo con un marco de teoría económica  $S$ ) y **ii)**  $\{\varepsilon(t) / \Omega^*(\tau, Y)\}: WN$ , formado por “shocks” aleatorios no-observables<sup>32</sup>, denota el proceso estocástico representativo de las “innovaciones” que afectan a  $\{Y(t)\}$  que define la influencia que ejercen sobre  $\{Y(t)\}$  los infinitos factores de su estructura causal no incluidos en  $\Omega^*(\tau, Y)$ :

$$(\varepsilon(t) / \Omega^*(\tau, Y)) = Y(t) - f[\Omega^*(\tau, Y)]$$

4) El paradigma determinístico implica que:

$$\lim_{\Omega^*(\tau, Y) \rightarrow \Omega(\tau, Y)} f[\Omega^*(\tau, Y)] = Y(t)$$

y, por lo tanto, que:

$$\lim_{\Omega^*(\tau, Y) \rightarrow \Omega(\tau, Y)} (\varepsilon(t) / \Omega^*(\tau, Y)) = 0$$

De acuerdo con estas hipótesis, a partir del conjunto incompleto de información  $\Omega^*(\tau, Y)$  (la evidencia admisible) y del criterio de optimización seleccionado resulta el estimador:

$$[(X_i(\tau) \widehat{\Rightarrow} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \quad (t, \tau \in \mathbb{R}; t > \tau; t \in [t_1, t_2]; i = 1, 2, \dots, k)$$

de la relación causal binaria  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t))$ .

De acuerdo con una interpretación objetivista de la chance, basada en la evidencia que proporciona dicho estimador, el objetivo de este trabajo consiste en justificar una interpretación probabilística abductiva que permita demostrar la naturaleza subjetiva de las relaciones de la forma  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t))$  entre los factores que integran el entorno económico que condiciona el comportamiento de  $\{Y(t)\}$ .

Sea:

---

<sup>32</sup> Según la nomenclatura de Wold (1938).

$$\pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = y \quad (y \neq 0; y \in (0,1))$$

la chance objetiva (en el sentido de Ramsey) sobre el evento singular  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t))$  ( $t > \tau$ ), en la que  $y$  surge de la aplicación de los criterios de optimización asociados a los métodos estadísticos empleados para inferir causalidad estocástica, a partir de la información proporcionada por las realizaciones de las variables  $\{Y(t)\}, \{X_1(t)\}, \{X_2(t)\}, \dots, \{X_k(t)\}$ .

De acuerdo con los postulados del principio de calibración de la chance, la función de creencia imprecisa sobre la ocurrencia del evento  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t))$  ( $t > \tau$ ) condicionada: **i)** por esta chance objetiva perteneciente al “hull” convexo:

$$\langle \pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} \rangle$$

**ii)** por un sistema teórico asociado a un marco político-económico adoptado por el observador ( $S$ ) y **iii)** por el supuesto subjetivo ( $\mathcal{M}$ ) sobre la invariancia del sistema causal que rige el entorno económico de  $\{Y(t)\}$ , queda definida de la siguiente forma:

$$\int_{z \in y} g^{(c)}\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / \pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = z, S, \mathcal{M}\}.$$

$$\cdot \pi^*\{\pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = z /$$

$$/ \pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = y\} dz =$$

$$= \int_{z \in y} z \pi^*\{\pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = z /$$

$$/ \pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = y\} dz =$$

$$= g^{(c)}\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / \pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = y, S, \mathcal{M}\}$$

( $y \neq 0, y \in (0,1)$ ). De modo que, dado un conjunto de información  $\Omega^*(\tau, Y) \subset \Omega(\tau, Y)$  -formado por evidencia admisible, de acuerdo con la nomenclatura de Lewis-, según la teoría epistémica de la causalidad y de acuerdo con el criterio de calibración de la chance, se puede concluir en la naturaleza subjetiva de la eventual existencia de la relación de causalidad  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t))$  basada en su función de creencia imprecisa, definida por la chance condicionada exclusivamente por los resultados obtenidos por el testeo estadístico según el método inferencial empleado:

$$\pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = y \quad (y \neq 0; y \in [0,1])$$

y por las hipótesis  $S$  y  $\mathcal{M}$  inherentes a la adopción personal de un marco económico teórico.

Ahora bien, dado que:

$$\pi^*\{\pi\{(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)]\} = z /$$



$$/ \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = y \} \in [0,1]$$

y que:

$$\int_{z \in y} \pi^* \{ \pi \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = z /$$

$$/ \pi \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = y, \} dz = 1$$

se puede concluir que el resultado anterior permite, asimismo, interpretar a la función de creencia imprecisa:

$$g^{(c)} \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / \pi \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = y, S, \mathcal{M} \}$$

como una variable aleatoria que representa el grado de creencia esperado de la variable aleatoria:

$$Z = g^{(c)} \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / \pi \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = z, S, \mathcal{M} \}$$

Tal que  $\Omega(Z) = [0,1]$  y cuya función de densidad:

$$\pi^* \{ \pi \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = z /$$

$$/ \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / [(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t)) / \Omega^*(\tau, Y)] \} = y \} dz$$

representa la probabilidad de que la chance sobre la existencia de una relación causal binaria de la forma  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t))$  asuma valores comprendidos en un intervalo de longitud  $(z, z + dz)$  para  $z \in y$ , si el valor de la chance objetiva basada en la evidencia y en los resultados del testeo estadístico según el método inferencial empleado,  $(X_i(\tau) \widehat{=} Y(t))$ , es igual a  $y$ .

Desde un punto de vista conceptual esta función de densidad puede ser interpretada como una representación de la dominancia de la chance como factor condicionante de la función de creencia, pero no permite una especificación completa de la función de creencia  $g^{(c)} \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / \cdot \}$

Por otra parte, si es posible definir la función de densidad conjunta de la variable bidimensional  $\{\pi^*, Z\}$ . De acuerdo con los postulados del teorema de Radon-Nikodym, se demuestra que la función de creencia  $g^{(c)} \{ (X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) / (\pi = y) \}$  existe y conserva la propiedad de unicidad aún para conjuntos condicionantes de probabilidad nula<sup>33</sup>.

## 8.- Conclusiones

Sea un fenómeno económico dinámico  $\{Y(t, \omega)\}$  asimilable a un proceso estocástico estrictamente estacionario, continuo en el dominio del tiempo y continuo en el dominio de los estados. En el que cada estado se supone definido por la realización simultánea, en el momento  $t$ , de los infinitos procesos estocásticos que forman su estructura causal y la sucesión temporal de los estados define su

---

<sup>33</sup> Ver Rosenthal (2006).

trayectoria necesaria. De modo que el fenómeno  $\{Y(t, \omega)\}$  queda definido como un sistema que varía en un dominio espacio-temporal, que se supone caracterizado por una cadena de causas y efectos invariante en el tiempo, representativa del principio de solidaridad universal que relaciona a los fenómenos en un paradigma determinístico.

Dado que los fenómenos económicos dinámicos pertenecen al ámbito de las ciencias fácticas, las hipótesis acerca de la existencia de relaciones causales binarias del tipo  $(X_i(\tau) \Rightarrow Y(t)) (t > \tau)$  se reducen a la definición de una distribución de probabilidades condicionada que admite una interpretación biconceptual compuesta: **i)** por una chance objetiva que surge de la metodología estadística basada en un conjunto incompleto de información empírica y un criterio de optimización del cual derivan las características del estimador  $(X_i(\tau) \hat{=} Y(t))$ , de acuerdo con la ley que rige el comportamiento de  $\{Y(t)\}$  según los postulados del paradigma determinístico y **ii)** por una componente analítica que supone la validez de ciertas hipótesis subjetivas sobre la regularidad de las leyes que rigen el comportamiento del sistema causal  $\{Y(t), X_1(t), X_2(t), \dots, X_k(t)\} (t \in [t_1, t_2])$ .

A partir de estas características Carnapianas de biconceptualidad y de los postulados del “*principio principal*” de Lewis, se demuestra la vinculación de la probabilidad analítica condicionada por una estructura causal inherente a una concepción económica dada y el ámbito empírico, proporcionado por los métodos estadísticos inherentes a la naturaleza de la chance.

Asimismo, de acuerdo con los postulados de calibración de la chance se demuestra la naturaleza subjetiva de las relaciones de causalidad que condicionan el comportamiento de un fenómeno económico dinámico entre los factores que integran su estructura causal, basada en una función de creencia imprecisa condicionada por la chance y por las hipótesis inherentes al marco económico teórico adoptado por el observador como punto de partida.

## **Bibliografía**

- Barone, F. (1953): “*Il neopositivismo lógico*”. Laterza.
- Beebe, H.; Hitchcock, C.; Menzies, P. (eds.) (2009): “*The Oxford handbook of causation*”. Oxford University Press.
- Black, R. (1998): “Chance, credence, and the principal principle”. *British Journal of the Philosophy of Science*, vol. 49 (371-385).
- Boole, G. (1854): “*An investigation of the laws of thought on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities*”. MacMillan. Reeditado por Dover (1958).
- Borel, E. (1924): “A propos d’un traité de probabilités”. *Revue Philosophique*. Traducción al inglés en Kyburg; Smokler (1964).
- Braithwaite, (1931): “*The foundations of mathematical and another logical essays*”. Routledge-Kegan.
- Buffon, G.L. (1777): “Essais d’arithmétique morale”. *Histoire Naturelle, Supplement* vol. 4 (46-148).
- Burks, A.W. (1943): “Peirce’s conception of logic as a normative science”. *The Philosophical Review*. Vol. 52 (187-193).
- Burks, A.W. (1946): “Peirce’s theory of abduction”. *Philosophy of Science*, vol. 13 (301-306).

- Butler, G. (1736): *"The analogy of religion, natural and revealed, to the constitution and course of nature"*. Londres.
- Butts, R.E.; Hintikka, J. (eds.)(1977): "Basic problems in methodology and linguistics". Reidel. Reeditado en Jeffrey (1992a).
- Carnap, R. (1945): "The concepts of probability". *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 5 (513-532).
- Carnap, R. (1950): "The two concepts of probability". *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 5 (513-532).
- Carnap, R. (1950): *"Logical foundations of probability"*. University of Chicago Press.
- Costantini, D.; Galavotti, M.C. (eds.)(1997): *"Probability, dynamics and causality"*. Kluwer.
- Cournot, A.A. (1838): "Mémoire sur les applications du calcul des chances à la statistique judiciaire". *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, Journal de Mathématiques pures et appliqués*, vol. 3 (257-334).
- Craig, (ed.)(1998): "
- de Finetti, B. (1931a): "Le leggi differenziali e la rinuncia al determinismo". *Rendiconti del Seminario Matematico della Reale Università di Roma*, vol. 7 (64-74).
- de Finetti, B. (1931b): "Probabilismo". *Logos-Biblioteca di Filosofia* (163-219). Traducción al inglés en *Erkenntnis* (1989), vol. 31 (169-223).
- de Finetti, B. (1937): "La prévision: ses lois logiques, ses sources subjectives". *Annales de l'Institut Henry Poincaré*, vol. 7 (1-68). Traducción al inglés como "Foresight: its logical laws, its subjective sources". En Kyburg; Smokler (eds.)(1964)
- de Finetti, B. (1938): "Probabilisti di Cambridge". *Supplemento Statistico ai Nuovi Problemi di Politica, Storia ed Economia*, vol. 4 (21-37). Reeditado en de Finetti (1989). Traducción al inglés en *Rivista di Matematica per le Scienze Economiche e Sociali* (1985), n° 2 (79-91).
- de Finetti, B. (1972a): "Subjective or objective probability: is the dispute undecidable". *Symposia Mathematica*, vol. 9 (21-36).
- de Finetti, B. (1972b): *"Probability, induction and statistics"*. Wiley.
- de Finetti, B. (1989): *"La lógica dell'incerto"*. Mondadori: Il Saggiatore.
- de Finetti, B. (2006): *"L'invenzione della verità"*. Raffaello Cortina Editor.
- Earman, J. (1992): *"Bayes or bust? A critical examination of Bayesian confirmation theory"*. MIT Press.
- Earman, J. (2018): "The relation between credence and chance: Lewis' 'principal principle' is a theorem of quantum probability". *Philosophy Science*, University of Pittsburg.
- Easwaran, K.; Fenton-Glynn, L.; Hitchcock, C.; Velasco, J.D. (2016): "Updating on the credences of others: disagreement, agreement and synergy". *Philosophers' Imprint*, vol. 16 (11) (1-39).
- Ellis, R.L. (1849): "On the foundations of the theory of probabilities". *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*, vol. 8 (1-6).
- Galavotti, M.C. (1991): "The notion of subjective probability in the work of Ramsey and de Finetti". *Theoria*, vol. 57 (239-259).
- Galavotti, M.C. (1997): "Probabilism and beyond". *Erkenntnis*, vol. 4 (253-265). Reeditado en Costantini; Galavotti (1997).
- Galavotti, M.C. (1999): "Some remarks on objective chance (F.P. Ramsey, K.R. Popper and N.R. Campbell)". En Dalla Chiara (ed.).
- Gallow, J.D. (2018): "No one can serve two epistemic masters". *Philosophical Studies*, vol. 175 (10) (2389-2398).

Génova, G. (1996): “Tres modos de inferencia”. < <http://www.unav.es/GEPA/AF/genova.html> >. En Anuario Filosófico, vol. XXIX ( <https://www.worldcat.org/issn/0066-5215>).

González, M.L.; Landro, A.H. (2021): “Acerca de la justificación subjetivista de las características estocásticas de los modelos econométricos: Una propuesta a partir de los postulados del Bayesianismo convexo”. XVIII Annual STOREP Conference.

Good, I.J.: “A causal calculus”. British Journal for the Philosophy of Science, vol. 11 (305-318).

Granger, C.W.J. (1969): “Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods”. Econometrica, vol. 37 (424-438).

Granger, C.W.J. (1980): “Testing for causality: A personal viewpoint”. Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 2 (329-352). Reeditado en Hamouda; Rowley (1997).

Granger, C.W.J.; Hatanaka, M. (1964): “*Spectral analysis of economic time series*”. Princeton University Press. Reeditado en Hamouda; Rowling (1997).

Haak, S.: “Falibilism and necessity”. Synthèse, vol. 41 (37-63).

Hamouda, O.F.; Rowley, J.C.R. (1997): “*Time series models, causality and exogeneity*”. Edward Elgar Publishing.

Haddock, J. (2011): “The principal principle and theories of chance: Another ‘bug’?”. Philosophy of Science. Vol. 78 (854-863).

Hall, N. (1994): “Correcting the guide of objective chance”. Mind (505-518).

Hall, N. (2004): “Two mistakes about credence and chance”. Australasian Journal of Philosophy, vol. 82 (93-111).

Hawthorne, J.; Landes, J.; Wallmann, C.; Williamson, J. (2017): “The principal principle implies the principle of indifference”. British Journal of Philosophy of Science, vol. 68 (123-131).

Hume, D. (1749): “*A treatise of human nature, being an attempt to introduce the experimental method of reasoning into moral subjects, and dialogues concerning natural religion*”. Green & Grose. Versión en inglés en Clarendon Press (1978).

Illari, P.M.; Russo, F.; Williamson, J. (eds.) (2011): “*Causality in the sciences*”. Oxford University Press.

Ismael, J. (2008): “*Raid! Dissolving the big, bad bug*”. Nous, vol. 42 (291-307).

Jaynes, E.T. (1959): “*Probability theory in science and engineering*”. Socovy Mobil Oil Co.

Jeffrey, R.C. (1992b): “*Probability and the art of judgment*”. Cambridge University Press

Jeffrey, R.C. (1977): “Mises redux”. En Butts; Hintikka (eds.).

Jeffrey, R.C. (ed.) (1980): “*Studies in inductive logic and probability*”. University of California Press.

Jeffrey, R.C. (1992): “Radical probabilism (prospect for a user’s manual)”. Philosophical Issues, vol. 2, Rationality and Epistemology (193-204).

Jeffrey, R.C. (1992b): “*Probability and the art of judgment*”. Cambridge University Press.

Jeffrey, R.C. (1993): “de Finetti’s radical probabilism”. En Monari; Cocchi (eds.).

Jeffrey, R.C. (1996): “Unknown probabilities”. Erkenntnis, vol. 45 (327-335).

Jeffrey, R.C. (2004): “Subjective probability: The real thing”. Cambridge University Press.

Joyce, J.M. (2010): “A defence of imprecise credence in inference and decision making”. Philosophical Perspectives, vol. 24 (281-323).

Keynes, J.M. (1921): “*A treatise on probability*”. Reeditado por MacMillan (1963).

Landro, A.H. (2010): “*Acerca de la probabilidad. Parte I: La interpretación del concepto de azar y la definición de probabilidad*”. Ediciones Cooperativas.

- Levi, I. (1980): *"The enterprise of knowledge"*. MIT Press.
- Lewis, D. (1980): "A subjectivist's guide to objective chance". En Jeffrey, R.C. (ed.). Reeditado con comentarios en *"Philosophical papers"*, Oxford University Press.
- Locke, J. (1689): *"An essay concerning human understanding"*. Londres. Reeditado por Dover (1959).
- Meachan, C.J.G. (2010): "Two mistakes regarding the principal principle". *British Journal of the Philosophy of Science*, vol. 61 (407-431).
- Mitova, V. (2017): *"Believable evidence"*. Cambridge University Press.
- Nissan-Rozen, I. (2018): "A puzzle about experts, evidential screening-off and condizionalizacijon". *Episteme*, <https://doi.org/10.1017/epi.2018.17>.
- Peirce, Ch.,S. (1878): *"Deducción, inducción e hipótesis"* (<http://unav.es/gep/DeducinducHipotesis.html>).
- Peirce, Ch.,S. (1878): *"Collected papers"*. Harvard University Press.
- Pettigrew, R. (2012): "Accuracy, chance, and the principal principle". *Philosophical Review*, vol. 121 (241-275).
- Poisson, S.D. (1837): *"Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile, précédées des règles générales du calcul des probabilités"*. Bachelier.
- Popper, K.R. (1934): *"The logic of scientific discovery"*. 6th. Edition, Hutchinson (1972).
- Popper, K.R. (1957): "Probability magic or knowledge out of ignorance". *Dialectica*, vol. 11 (354-374).
- Popper, K.R. (1959a): "The propensity interpretation of probability". *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 10 (25-42).
- Popper, K.R. (1959b): *"A world of propensities"*. Thoemmes.
- Popper, K.R. (1982): *"Quantum theory and the schism of physics"*. Hutchinson.
- Popper, K.R. (1990): *"A world of propensities"*. Thoemmes.
- Ramsey, F.P. (1926): *"Truth and probability"*. En Braithwaite (ed.)(1931).
- Reichenbach, H. (1935): *"The theory of probability"*. University of California Press.
- Reichenbach, H. (1956): *"The direction of time"*. University of California Press.
- Reiss, J. (2011): "Third time's a charm: Causation, science and Wittgenstein pluralism". En Illari; Russo; Williamson (eds.).
- Reiss, J. (2012): "Causation in the sciences. An inferentialist account". *Studies in History and Philosophy of Science. Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, vol. 4 (769-777).
- Rescher, N. (1979): "Fallibilism". En Craig (ed.)
- Roberts, J.T. (2001): "Undermining indeterminate: Why Humean supervenience never needed to be debugged (even if it's a necessary truth)". *Philosophy of Science*, vol. 68 (Proceedings): S98-S108.
- Rosenthal, J.S. (2006): *"At rigorous probability theory"*. World Scientific.
- Roberts, J.T. (2013): "Chance without credence". *British Journal of the Philosophy of Science*, vol. 64 (33-59).
- Rowbottom, D.P. (2014): "information versus knowledge in confirmation theory". *Logique et Analyse*, vol 57 (137-149).
- Shoham, Y. (1988): *"Reasoning about change: Time and causation from the standpoint of artificial intelligence"*. MIT Press.
- Steele, K. (2012): "Testimony as evidence: More problems for linear pooling". *Journal of Philosophical Logic*, vol. 41 (983-999).

- Strevens, M. (1995): "A closer look at the 'new' principle". *Philosophy of Science*, vol. 45 (545-561).
- Suppes, P. (1970): "*A probabilistic theory of causality*". North-Holland.
- Teigen, K.H. (1983): "Studies in subjective probability IV: Probabilities, confidence and luck". *Scandinavian Journal of Psychology*, vol. 24 (97-105).
- Than, M. (1994): "Undermining and admissibility". *Mind*, vol. 103 (491-503).
- von Mises, R. (1928): "*Probability, statistics and truth*". MacMillan.
- von Plato, J. (1990): "Probabilistic physics: The classical way". En Krüger; Gingerenzer; Morgan (eds.).
- Wallmann, C.; Hawthorne, J. (2018): "Admissibility troubles for Bayesian direct inference principle"-*Erkenntnis*, <https://doi.org/10.1007/s10670-018-0070-0>.
- Wallmann, C.; Williamson, J. (2020): "The principal principle and subjective Bayesianism". *European Journal of Philosophy of Science*, vol. 10. <https://doi.org/10.1007/s13194-019-0266-4>.
- Williamson, J. (2000): "*Knowledge and its limits*". Oxford University Press.
- Williamson, J. (2009): "Probabilistic theories". En Beebe, Hitchcock; Menzies (eds.).
- Williamson, J. (2010): "*In defence of objective Bayesianism*". Oxford University Press.
- Williamson, J. (2011): "Mechanistic theories of causality". *Philosophy Compass*, vol. 6 (425-447).
- Williamson, J. (2017): "*Lectures on inductive logic*". Oxford University Press.
- Williamson, J. (2019): "Calibration for epistemic causality". *Erkenntnis*, <https://doi.org/10.1007/s10670-019-00139-w>.
- Wittgenstein, L. (1961): "*Tractatus logico-philosophicus*". Routledge-Kegan.
- Wold, H. (1938): "*A study in the analysis of stationary time series*". Almqvist-Wiksells.
- Zabell, S. (1991): "Ramsey, truth and probability". *Theoria*, vol. 57 (211-238).