

SILVA TELLES, Pedro C. (1986) "A pré-história da fabricação de equipamentos no Brasil". *Engenharia* (Revista do Instituto de Engenharia de São Paulo, no. 4456/86). São Paulo. I.E.

SUZIGAN, Wilson (1986) *Indústria Brasileira. Origem e Desenvolvimento*. Editora Brasiliense. São Paulo.

VARGAS, Milton (1985) *Metodologia da Pesquisa Tecnológica*. Rio de Janeiro. Editora Globo S.A.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de (1985) *O Concreto no Brasil: recordes, realizações, história*. São Paulo, Copiave.

WITTER, José Sebastião & PESSOTTI, Isafas (1965) "O Ensino Industrial no Brasil até 1942". *Didática* no. 2, Marília, São Paulo.

EL RAZONAMIENTO CIENTIFICO DESDE UNA PERSPECTIVA BAYESIANA

WENCESLAO J. GONZALEZ

Scientific Reasoning: The Bayesian Approach constituye una seria defensa de la interpretación bayesiana de la probabilidad como pauta orientadora para una concepción general de la Metodología. Así, aun cuando ofrece un cuadro bien articulado de principios bayesianos que pueden ser aplicados a la comprensión de diversos aspectos del razonamiento científico, la meta trazada por los autores es más ambiciosa: pretenden descartar la línea de pensamiento seguida por K. Popper, I. Lakatos, R.A. Fisher, J. Neyman y E. Pearson. Basan su argumentación en que "el ideal de objetividad total es inalcanzable (*unattainable*) y que los métodos clásicos, que se proponen como guardianes de tal ideal, lo violan de hecho a cada paso; virtualmente ninguno de estos métodos puede ser aplicado sin una generosa ayuda de juicio personal y de supuestos arbitrarios"¹. Como alternativa proponen una Teoría de la Inferencia inductiva basada en la perspectiva bayesiana subjetiva o personalista.

Para Colin Howson y Peter Urbach, profesores de la London School of Economics, el enfoque bayesiano de la probabilidad no sólo supera los planteamientos de inferencia clásica en Estadística, como los propuestos por Fischer o Neyman y Pearson, sino que permite desestimar programas metodológicos de conjunto, como el falsacionismo popperiano o la Metodología lakatosiana de programas de investigación científica. Sus críticas a Popper y Fisher son particularmente intensas y frecuentes: del primero rechazan su solución al problema de la inducción y su enfoque de las probabilidades como *propensities*; y del segundo cuestionan de plano su idea del bayesianismo como "medidor de tendencias puramente psicológicas"². Frente a ellos, los autores piensan que el bayesianismo es una sólida alternativa, porque "surge de actitudes naturales e intuitivamente razonables hacia el riesgo y la incertidumbre. Ni es refutado ni debilitado (*undermined*) por

fenómeno alguno del razonamiento científico. Por el contrario,... explica una gran variedad de ellos"³, tanto de índole determinista como de tipo estadístico.

Howson y Urbach se inspiran en *An Essay towards solving a problem in the Doctrine of Chances* de Thomas Bayes, quien en 1763 -dos años después de su muerte, y a través de Richard Price⁴- dio a conocer su enfoque de la probabilidad de tipo epistémico o subjetivo. Se contrapone a la probabilidad objetiva o de índole física, y se plasma en el Teorema que lleva su nombre:

$$P(a/b) = \frac{P(b/a) P(a)}{P(b)}, \text{ donde } P(a), P(b) > 0$$

Según la interpretación en términos de inferencia científica, *a* es una hipótesis que ha de ser evaluada en relación con los datos empíricos *b*, estableciéndose que la probabilidad de la hipótesis condicionada a los datos (o *posterior probability* de la hipótesis) es igual a la probabilidad de los datos condicionados a la hipótesis (o *likelihood* de la hipótesis) multiplicado por la probabilidad de la hipótesis (*prior probability*), dividido todo por la probabilidad de los datos⁵.

Su plena aceptación en el ámbito del razonamiento científico preside todo el libro. Este se estructura en cinco partes: principios bayesianos; inducción bayesiana: las teorías deterministas; inferencia clásica en Estadística; el enfoque bayesiano de inferencia estadística; y *finale*, dedicado a rechazar las objeciones presentadas a la teoría bayesiana de la probabilidad subjetiva. Dentro de esos apartados se contienen once capítulos, diseñados según un plan sistemático: introducción de los principios bayesianos, presentación del cálculo de probabilidades y exposición de la probabilidad subjetiva; contraposición de las propuestas bayesiana y no bayesiana; análisis de la inferencia clásica (Fisher y Neyman-Pearson); revisión de la probabilidad objetiva y caracterización de las hipótesis estadísticas en la inducción bayesiana; y, por último, réplica a los argumentos contrarios al bayesianismo. El hilo conductor de este desarrollo netamente temático es la defensa de las consecuencias obtenidas a partir del Teorema de Bayes y el desmantelamiento de las alternativas que lo rechazan.

Primer paso para afianzar los principios bayesianos es descartar la (di)solución popperiana del problema de la inducción, tarea que consideran realizada por I. Lakatos⁶ y W. Salmon⁷. Se acepta que "no hay una solución *positiva* al problema de la inducción, es decir, una solución por medio de la cual pudiera mostrarse concluyentemente que teorías explicativas particulares son verdad"⁸. Pero esto no supone en modo alguno aceptar la propuesta de Popper respecto de la refutación y la corroboración, porque aun cuando al refutar una teoría se pueda excluir que sea verdad una conjetura concreta, esto -por sí mismo- es de escasa ayuda. Howson y Urbach argumentan además que hay una fuerte limitación en el falsacionismo: se concentra en las consecuencias lógicas de la teoría, mientras que los científicos en su mayor parte ponen el énfasis en otras direcciones. En primer lugar, muchas teorías deterministas aparecen en la

Ciencia sin consecuencias deductivas directamente controlables (*checkable*) y las predicciones, por medio de las cuales son contrastadas (*tested*) y confirmadas (*confirmed*), son obtenidas necesariamente con la ayuda de teorías auxiliares. Es el caso de las leyes de Newton. En segundo término, hay muchas teorías científicas explícitamente probabilísticas y, por esa razón, no tienen consecuencias lógicas de carácter verificable (*verificable*). Ejemplo de esto es la teoría de la herencia de Mendel. Finalmente, incluso hipótesis deterministas son confirmadas por una prueba empírica (*evidence*) que es sólo asignada con alguna probabilidad. Esto sucede en el caso de la teoría que predice la posición de un planeta⁹.

La polémica entre bayesianos y popperianos no es ciertamente nueva¹⁰. Tiene sus raíces en las profundas diferencias entre los supuestos que inspiran el Teorema de Bayes y la concepción de Popper, y se manifiesta en la sintonía entre el falsacionismo y el enfoque no bayesiano. Las discrepancias son claras: además de descartar la inducción y la posibilidad de un componente subjetivo en la probabilidad (y, en general, en la Ciencia), Popper sostiene que la probabilidad a priori de las hipótesis universales debe ser cero¹¹. Esto supondría que $P(a) = 0$, de modo que $P(a/b) = 0$, extremos ambos rechazados por los bayesianos no sólo por razones teóricas de falta de fundamento lógico¹², sino porque hace metodológicamente inútil el propio Teorema de Bayes ($0=0$). En cambio, hay muchos puntos de contacto entre la concepción popperiana y el enfoque no bayesiano. Básicamente, son los señalados por R. Giere: "el objetivo de la actividad científica entendido como la aceptación de hipótesis verdaderas; el rechazo de probabilidades de la hipótesis, especialmente como grados de creencia (*degrees of belief*) subjetivas; el uso exclusivo de probabilidades físicas; el énfasis en el paradigma científico sobre el paradigma de toma de decisiones"¹³.

Análogamente a lo que sucede en el caso de Popper (y, en la medida en que es falsacionista, con Lakatos), las diferencias entre bayesianos y estadísticos clásicos son de raíz: aquéllos rechazan frontalmente sus opiniones sobre el mero carácter psicológico del bayesianismo, que lo haría inútil para fines científicos. Howson y Urbach afirman que la argumentación no bayesiana es incorrecta y que los Teoremas sobre "tendencias psicológicas están tan lejos de ser inútiles para fines científicos que constituyen la Lógica cotidiana - y una Lógica genuina para eso- de la inferencia científica"¹⁴. Así las *psychological tendencies* de las que Fisher hablaba, que pueden ser caracterizadas como grados de creencia de los individuos, tienen representación numérica como probabilidades matemáticas, tema que centra buena parte del capítulo 3. Y la inferencia estadística, entendida como proceso de evaluación experimental de hipótesis estadísticas, donde las hipótesis adscriben probabilidades a tipos de eventos y estos reciben usualmente los valores de una o más variables aleatorias, no puede ser entendida como Fisher ha propuesto y Neyman y Pearson han conseguido perfeccionar. Porque las principales técnicas clásicas para evaluar hipótesis, analizadas en los capítulos 5 a 8, se basan -a juicio de Howson y Urbach- en argumentos completamente falaces¹⁵.

Básicamente, el eje sobre el que gira el rechazo de la inferencia clásica en Estadística es su índole *quasi-falsificacionist*: la idea fisheriana de descartar una hipótesis estadística por una prueba experimental cuando, asumiendo esa hipótesis y en relación con otros posibles resultados del experimento, aparezca como *relativamente* improbable¹⁶. Esto supone atribuir a la experiencia un carácter negativo y hace que los eventos improbables sean tratados como si fueran imposibles; permite además que las teorías puedan ser valoradas (*appraisal*) de modo aislado, todo lo cual comporta una cierta sintonía entre las pruebas de significación (*tests of significance*) de Fisher y un enfoque falsacionista trasladado a la Estadística. Las mejoras introducidas por Neyman y Pearson, entre las que destaca el requisito de realizar las pruebas estadísticas en el contexto de teorías rivales, no supone una ruptura con aquél: coinciden en no conceder papel alguno a las probabilidades a priori o a posteriori de las teorías, y están convencidos de poder establecer una inferencia estadística perfectamente objetiva, guiada por métodos no bayesianos. De ahí que Howson y Urbach, por un lado, presenten numerosas objeciones a los planteamientos dominantes en la inferencia clásica, cuya inconsistencia buscan mostrar; y, por otro, insistan en resaltar las ventajas de adoptar criterios bayesianos, principalmente en el caso de diseño de pruebas¹⁷.

Frente al falsacionismo popperiano y al *cuasi-falsacionismo* de la Estadística clásica, la propuesta del libro consiste en la adopción de la inferencia inductiva basada en la probabilidad subjetiva. Esta es acogida tras analizar la naturaleza de las probabilidades, pues Howson y Urbach consideran que hay argumentos suficientes para descartar la idea de las probabilidades como cantidades lógicas, determinadas de modo completamente objetivo por la estructura lógica de las hipótesis y los datos. Consideran que esta interpretación -defendida por J. Keynes y R. Carnap- es insostenible, de modo que las probabilidades deberán ser entendidas como "valoraciones (*assessments*) subjetivas de credibilidad, reguladas por el requisito de ser en conjunto consistentes"¹⁸, para lo cual necesitan el acuerdo con las reglas del cálculo de probabilidades. Una vez probado tal acuerdo queda expedito el camino bayesiano, cuyo desarrollo positivo sigue dos rutas: el estudio de teorías deterministas, tarea realizada en el capítulo 4, y el análisis de las hipótesis estadísticas, cometido llevado a cabo en el capítulo 10.

Así pues, junto a las controversias señaladas, que hacen del libro una publicación fuertemente crítica (fruto, en parte, del carácter marginal que ha tenido el bayesianismo durante mucho tiempo), hay en *Scientific Reasoning* mucho de aportación: ofrece una cuidadosa argumentación en favor de la perspectiva bayesiana acerca del razonamiento científico. De hecho, los principales temas metodológicos son abordados: unos, de forma explícita y sistemática, como la confirmación de teorías; otros, en cambio, de manera implícita, en conexión con otras cuestiones, como la predicción. Y, aunque se haga frecuente mención de trabajos publicados sobre el punto analizado, el estudio realizado tiene siempre una impronta propia, un sello original. En todo

momento subyace la idea de la posibilidad de reconducir toda la complejidad del método científico al patrón del Teorema de Bayes.

Desde esa perspectiva, el concepto de *confirmación* es planteado de modo empirista: la información acumulada en el curso de las observaciones conduce a la aceptabilidad de una teoría (o hipótesis), bien confirmándola o desconfirmándola. La información puede ser casual u obtenida mediante experimentos deliberadamente diseñados, siendo la prueba empírica (*evidence*) el rasgo decisivo para contar a favor o en contra de una teoría. Así, la noción bayesiana de *confirmación* establece que *e* confirma o apoya *h* cuando $P(h/e) > P(h)$; *e* desconfirma o debilita *h* cuando $P(h/e) < P(h)$; y *e* es neutral con respecto a *h* cuando $P(h/e) = P(h)$ ¹⁹. Este uso del Teorema de Bayes está abierto al falibilismo, pues "en nuestra exposición nada demanda que algo tomado como dato en una inferencia inductiva no pueda ser considerado como problemático en una ulterior"²⁰. De este modo, y por rutas bien distintas, se llega a una idea básica en Popper: el falibilismo. Esto comporta además otro rasgo relevante, en sintonía con aquél: carácter autocorrector de la Ciencia, que en este caso se plasma en que *e* permanece corregible.

Dentro de ese marco se sitúa la predicción, que en el planteamiento bayesiano propuesto no es más que un aspecto conectado con la confirmación²¹. Howson y Urbach rechazan así la tesis -entre otros, de Lakatos²²- que atribuye un papel preponderante a la predicción en el proceso científico, pues "una teoría que proporciona una predicción falsa puede aún permanecer muy probable"²³. Evitan la distinción de Popper entre *predicción* y *profecía*, al tiempo que lo critican: si fallan las predicciones de una teoría eso no comporta lógicamente que la teoría como tal sea falsa, pues el fallo bien puede estar en uno o más supuestos auxiliares²⁴. Y no conceden preferencia a la predicción sobre la acomodación en el debate que C.G. Hempel suscitó sobre *predicción* o *acomodación*: "la plausibilidad de la tesis de que las predicciones siempre proporcionen más apoyo (*support*) que las acomodaciones descansa (...) nada más que en un generalizar inválidamente a partir del caso especial en el que esta tesis es verdad"²⁵. Cuestionan también que sea correcto sostener que los datos que se usan como condiciones explícitas en la construcción de hipótesis explicativas estén, por ese motivo, excluidos de contar como apoyo de las hipótesis restantes; y piensan que tampoco es verdad que una hipótesis que prediga independientemente un dato tenga más apoyo de él que una construida en orden a predecirlo²⁶.

Resulta llamativo el pleno convencimiento de Howson y Urbach respecto del bayesianismo como planteamiento que, adecuándose mejor que ningún otro a la práctica científica, resuelve los problemas insolubles para las otras posiciones, además de dar una explicación a las cuestiones que las otras orientaciones solucionan. Pero, en la medida en que el libro se encamina a desautorizar las posiciones contrarias y a proclamar las ventajas de la propia, hubiera sido deseable una mejor justificación de los principios bayesianos, pues éstos parecen descansar en que son intuitivamente claros, dotados de *intrinsic*

*plausibility*²⁷. A este respecto, sería preciso una ampliación del capítulo 1, principalmente del apartado *Probabilistic Induction. The Bayesian Approach*, tarea que se podía llevar a cabo reconduciendo parte del contenido expuesto en el capítulo 11. Porque es precisamente en la parte final donde se explicitan algunas claves de la propuesta metodológica bayesiana.

En efecto, al hilo de las réplicas a las principales objeciones al bayesianismo, el último capítulo pone de relieve que "el fundamento del bayesianismo subjetivo es la consistencia probabilística" y que "éste es un ideal que no es siempre alcanzable (*attainable*), y cuando están involucradas complejas implicaciones (*entailments*) lógicas, no deberíamos esperar que tal idea se realice más en un reducido número de casos, si llega"²⁸. Así, la propuesta presentada puede verse seriamente mermada en su empeño de ofrecer un marco lógico -una Teoría de la Inferencia- y un soporte epistemológico -la insistencia en tener *evidences*- para una Metodología general de la Ciencia que reemplace a las guiadas por el ideal de objetividad. El resultado obtenido tiene carácter empirista, pues "la Teoría bayesiana que estamos proponiendo es una Teoría de la Inferencia a partir de datos"²⁹. Sus rasgos son más epistémicos que epistemológicos, pues el énfasis está en la repercusión en los *grados de creencia* del sujeto, en lugar de encontrarse en la cuestión objetiva de cuándo es correcto aceptar los enunciados como verdaderos³⁰.

Pese al énfasis en la postura bayesiana como superadora de la concepción clásica, permanece la cuestión de fondo: aquélla deja a libre elección la probabilidad a priori, que en principio podría deslizarse hacia el subjetivismo; mientras que la probabilidad *objetiva* garantiza -caso de estar bien construída- que los resultados son válidos una vez que se aceptan los supuestos de partida. El bayesianismo puede advertir que hay ciertos *coeficientes correctores* de lo subjetivo, argumentando -en la línea de R. Jeffrey- que hay juicios cualitativos, tales como muy alta o muy baja probabilidad, que pueden ser ampliamente compartidos por los investigadores de un campo concreto, de modo que cabe pensar que tienen una base objetiva³¹. Con todo, resulta difícil que la posición bayesiana pueda dejar en suspenso la perspectiva objetiva de la visión clásica, aun cuando los planteamientos de Fisher y Neyman y Pearson puedan recibir severas críticas. En tal caso, se pondría de relieve que *Scientific Reasoning* es demasiado drástico al eliminar por completo el ideal de objetividad en la Ciencia, al tiempo que acertaría al recabar la importancia de los factores personales en la investigación científica y la legitimidad de un enfoque inductivo.

Parece razonable suponer -a mi juicio- que el enfoque estadístico clásico y la interpretación bayesiana de la probabilidad, basados en principios distintos y con cometidos en buena medida diferentes³², puedan resultar hasta cierto punto complementarios. Así suele ser aceptado habitualmente cuando son expuestos en casos como la Econometría. En cierto modo, y pese a la intensidad y reiteración de las críticas a la Estadística clásica, esa idea podría derivarse incluso del propio libro, pues *Scientific Reasoning: The Bayesian*

Approach no descarta una visión objetiva de la probabilidad, que se concreta en el rechazo de la tesis de B. de Finetti y L.J. Savage sobre el carácter redundante de la probabilidad objetiva en los contextos donde parece tener valor explicativo (*explanatory value*)³³. Se apuntan incluso aciertos en la línea clásica, aun cuando se advierta a continuación que eso mismo y con supuestos más correctos puede realizarse desde ideas que subyacen al Teorema de Bayes. El caso más claro es la concepción frecuentista de L. von Mises: tras recibir contundentes críticas en el capítulo 9, es reconstruida desde una perspectiva bayesiana. Su teoría de la probabilidad es considerada como "la única exposición científica de la probabilidad objetiva"³⁴, es decir, las hipótesis acerca de las magnitudes de tales probabilidades (frecuencias relativas) son en principio susceptibles de evaluación empírica.

De aceptarse que, en parte, hay complementariedad entre clásicos y bayesianos, disminuiría la potencia del giro propuesto por Howson y Urbach. No obstante, podría objetarse que la conservación (parcial) de la Estadística clásica sería sólo en términos de *cálculo* o de procedimiento matemático, pero no como enfoque metodológico. En tal caso el giro sería ciertamente radical; pues supondría un nuevo modo de entender la inferencia científica y, en general, la Metodología de la Ciencia. En primer lugar, se realizaría el papel del sujeto que investiga, pues la base metodológica arrancaría de principios intuitivos del investigador científico, que se plasmaría en la introducción de probabilidades a priori. En segunda instancia, la inducción no sólo sería aceptada para hacer Ciencia -en contra del parecer de Popper-, sino que además constituiría en cierto modo su enfoque más genuino, dado que el bayesianismo es ante todo probabilidad inductiva. Finalmente, los sucesos deterministas, lejos de ser casos *ideales* para la explicación de los fenómenos científicos, pasarían a un segundo plano, siendo reinterpretativos en términos de Teoría de la Probabilidad, pues el planteamiento probabilístico sería más abarcante que la perspectiva metodológica inspirada en teorías científicas deterministas.

Aun cuando se aceptase la propuesta bayesiana de *Scientific Reasoning* como correcta o más acorde que ninguna otra con la práctica científica real, ésta no sería completa: requeriría la presencia de la vertiente histórica. Porque, sin incidir en el extremo -nada infrecuente en la década 1960-70- de ver la Ciencia en términos de puro devenir histórico, parece claro que una imagen completa de la Metodología general de la Ciencia requiere atender a la historicidad del quehacer científico. La dimensión histórica tiene en el libro un mero carácter descriptivo: está puesta al servicio de una exposición sistemática, permaneciendo ajeno a enfoques basados en *paradigmas*, *programas de investigación científica* o *tradiciones de investigación*. A este respecto, resulta sintomático que autores fuertemente críticos con Popper y en sintomía con la perspectiva bayesiana, como R. Jeffrey o W. Salmon, no la vean distinta de la concepción verificacionista entendida en sentido moderado o débil. Así, el primero, al criticar el programa popperiano, considera el bayesianismo en conexión con esa versión (*verificationism of a mild form*)³⁵; y el segundo busca trazar un puente bayesiano entre el empirismo lógico de C.G. Hempel y

el planteamiento histórico de Th. Kuhn. Salmon presenta una vía para incorporar la Historia de la Ciencia en el esquema bayesiano: nos "proporciona una rica fuente de información en lo que concierne a las probabilidades a priori de las teorías entre las que nos interesa ahora hacer elecciones (*choices*) objetivas y racionales"³⁶.

Además de los aspectos comentados, hay ciertamente muchos otros que suscitan interés (el problema de Duhem, las hipótesis *ad hoc*,...). Su examen detallado excede los límites de la presente *Nota Crítica*³⁷. Los puntos aquí expuestos de *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach* -que he tenido la oportunidad de comentar personalmente con los autores- permiten valorar la relevancia de las propuestas bayesianas, pues de ser aceptadas conducirían a una concepción del razonamiento científico diferente de la que ha dominado hasta ahora. Colin Howson y Peter Urbach se encuentran actualmente preparando la segunda edición del libro. La nueva versión será el resultado de la revisión detenida de lo expuesto en la primera e incluirá temas nuevos: tendrá dos capítulos más, ambos de C. Howson, titulados *Probability kinematics y Bayesianism and Artificial Intelligence*. Esta edición puesta al día, al ampliar la perspectiva bayesiana y abordar desde ella cuestiones en pleno desarrollo, aumentará el interés por este importante libro. No será preciso esperar mucho tiempo, pues su publicación está prevista para mediados del año próximo.

NOTAS

1 HOWSON, C. y URBACH, P. (1989) (reimpresión de 1990), *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*. La Salle (Illinois), Open Court, p. 11. "All the alternative accounts of inductive inference -like Popper's or Fisher's- achieve their explanatory goals, where they achieve them at all, only at the cost of quite arbitrary stipulations", Idem, p. 257.

2 FISHER, R.A., (1947) *The Design of Experiments*. 4ª edición, Edimburgo, Oliver and Boyd, 4ª edición, p. 7.

3 *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, p. 118.

4 BAYES, TH. (1763) "An Essay towards solving a problem in the Doctrine of Chances". *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 53, 370-418. Las cinco primeras páginas constituyen una excelente introducción. Es la carta, fechada el 10.11.1763, que R. Price -fellow de la Royal Society- dirige a John Canton para enviarle el ensayo que ha encontrado entre los escritos de su amigo Th. Bayes. Justifica su envío porque el texto "tiene gran mérito y bien merece ser conservado (*preserved*)".

5 HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 26. Hay una segunda fórmula del Teorema de Bayes, debida a P. Laplace:
$$P(ak/b) = \frac{P(b/ak) P(ak)}{\sum_{i=1}^n P(b/ai) P(ai)}$$

Esto requiere que $P(a_1 \vee \dots \vee a_n) = 1$. Es preciso asimismo que $a_i \cap a_j = \emptyset$ para $i \neq j$, y $P(a_i), P(b) > 0$.

6 Cfr. LAKATOS, I. (1974) "Popper on Demarcation and Induction". In P. A. Schlipp (ed), *The Philosophy of K. Popper*, vol. 1. La Salle (Illinois), Open Court, pp. 241-273.

7 Cfr. SALMON, W.C. (1981) "Rational Prediction". *British Journal for the Philosophy of Science*, 32, 115-125.

8 HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 4.

9 Cfr. *Scientific Reasoning*, pp. 6-8.

10 Un ejemplo bien expresivo es el Congreso *Methodologies: Bayesian and Popperian*, celebrado en la Universidad de Carolina del Sur en noviembre de 1973 y publicado en 1975 como volumen 30 de *Synthese*, números 1 y 2 (febrero-marzo).

11 POPPER, K. (1959) "Zero Probability and the Fine-Structure of Probability and of Content". In: *The Logic of Scientific Discovery*. Londres, Hutchison, pp. 363-377 (apéndice * VII).

12 Cfr. HOWSON, C. (1973) "Must the Logical Probability of Laws be Zero?". *British Journal for the Philosophy of Science*, 24, 153-163. HOWSON, C. (1987) "Popper, Prior Probabilities and Inductive Inference". *British Journal for the Philosophy of Science*, 38, 207-224. HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, pp. 261-264.

13 GIERE, R.N. (1975) "Popper and the Non-Bayesian Tradition". *Synthese*, 30, p. 127.

14 *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, p. 56. *Idem*, p. 258.

15 Cfr. *Scientific Reasoning*, p. 201.

16 Cfr. HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 124.

17 Cfr. *Scientific Reasoning*, p. 253. Cfr. URBACH, P. (1985) "Randomization and the Design of Experiments", *Philosophy of Science*, 52, 256-273. URBACH, P. (1987) "Clinical Trial and Random Error". *New Scientist*, 116, 52-55.

18 *Scientific Reasoning*, p. 39.

19 Cfr. HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 79.

20 *Idem*, p. 287.

21 Cfr. *Scientific Reasoning*, p. 81.

22 "Lakatos was never able to explain why a research programme's occasional predictive or explanatory success could compensate for numerous failures, nor could he specify how many such successes are needed to convert a degenerating programme into a progressive one", *Ibidem*, p. 96.

23 HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 97.

24 Cfr. *Idem*, p. 94. Sobre las diferencias entre Popper y la perspectiva bayesiana acerca de la predicción, cfr. PUTNAM, H., "The 'Corroboration' of Theories". In: SCHILPP, P.A. *Op. cit.*, vol. 1, pp. 224-225. Una crítica de los argumentos usados por aquél en el caso de la predicción en Ciencias Sociales: URBACH, P. (1978) "Is any of Poppers's Arguments against Historicism valid?". *British Journal for the Philosophy of Science*, 31, 117-130.

25 *Scientific Reasoning*, p. 282.

26 *Ibidem*, p. 283. Cfr. HOWSON, C. (1988) "Accommodation, Prediction and Bayesian Confirmation Theory". *Philosophy of Science Association*, 2, 381-392. HOWSON, C. (1990) "Fitting your Theory to the Facts: Probably no

such a bad thing after all". In: WADE SAVAGE, C. (ed), *Scientific Theories*. Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 224-244, en especial, pp. 236-237.

27 Cfr. *Scientific Reasoning*, p. 10. Idem, p. 248.

28 HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 273.

29 *Idem*, p. 272.

30 "The Bayesian theory of support is a theory of how the acceptance as true of some evidential statements affects your belief in some hypothesis. How you came to accept the truth of the evidence, and whether you are correct in accepting it as true, are matters which, from the point of view of the theory, are simply irrelevant", *Scientific Reasoning*, p. 272. "We say nothing about whether it is correct to accept the data", *Ibidem*.

31 Cfr. JEFFREY, R.C. (1975) "Probability and Falsification: Critique of the Popper Program". *Synthese*, 30, p. 114-115.

32 "Core Bayesian principles simply state the conditions -obedience to the probability calculus- for a set of degrees of belief, relative to a stock of background information, to determine a corresponding set of odds which are not demonstrably unfair", *Scientific Reasoning*, p. 274.

33 Cfr. *Scientific Reasoning*, p. 230-233.

34 HOWSON, C. y URBACH, P., *Op. cit.*, p. 234. "The only understanding of objective probability which permits empirical evaluations of hypothesis about its magnitude in given cases appears, moreover, to be in terms of long-run relative frequencies", *Ibidem*.

35 Cfr. JEFFREY, R.C.; *Loc. cit.*, p. 116. *Idem*, p. 113.

36 SALMON, W.C., "Rationality and Objectivity in Science or Tom Kuhn meets Tom Bayes", en WADE SAVAGE, C. (ed.), *Scientific Theories*, p. 201.

37 Este trabajo se inserta en la línea de investigación del Proyecto Be (91-201), financiado por la DGICYT.

ESTEFAN BALAN (1913-1991)

JOSE ANTONIO GARCIA-DIEGO Y ORTIZ

Los caminos de la memoria son extraños. Le conocí en Bucarest, el año 1981, cuando allí se celebrara el Congreso Internacional de Historia de la Ciencia. Y, como es costumbre, se hizo coincidir con éste, el simposio del Comité Internacional de Historia de la Tecnología (ICOHTEC).

Pues bien, mi primer recuerdo, es estar sentados juntos en una gran mesa; él acababa de leer una monografía de Joseph Needham. Me dijo era admirable y estuve de acuerdo: además le conté cómo tenía el honor de conocer a este gran sabio, para mí el más grande de los historiadores del mundo, en lo que se refiere a las ciencias y a las técnicas.