

**Por José Andrés Christen Gracia (Cimat)\***

En 1763 se publicó el artículo "An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances" (Un ensayo hacia la solución de problemas en la disciplina del azar) escrito por el reverendo Thomas Bayes (1701-1761). En dicho artículo, el matemático inglés ofreció una sencilla demostración de la teoría de la probabilidad cuyas consecuencias difícilmente podía prever. Aunque cayó en el olvido y fue marginado por muchos años, el Teorema de Bayes logró establecer los principios de la estadística bayesiana y resurgió después para resolver todo tipo de problemas, desde interpretar mensajes cifrados de la Segunda Guerra Mundial hasta decodificar el material genético.

Bayes ya había muerto cuando el ensayo fue enviado por Richard Price a la revista *Philosophical Transactions*, por lo que algunos estudiosos todavía debaten si Price tuvo alguna intervención más sustancial en el artículo.

El de Bayes es un teorema válido del "cálculo de probabilidades", lo que hoy llamamos "Teoría Matemática de la Probabilidad" (TMP). Este teorema también es conocido como Teorema de la Probabilidad Inversa, pues explica cómo obtener la probabilidad de un evento A dada la información B, calculándola al revés, esto es, estableciendo la probabilidad *a priori* del evento A y la probabilidad de que hubiese ocurrido el evento B dado el evento A.



Thomas Bayes (1701-1761).

Con las herramientas y la elaboración de la TMP actuales, el teorema de Bayes es muy sencillo de probar. De hecho, Bayes demostró una versión particular que después se generalizó a muchos otros casos. En términos de la TMP, la historia del Teorema de Bayes básicamente termina ahí, en un teorema sencillo. Pero, como es de uso común en la TMP hasta nuestros días, Bayes también quiso "interpretar" el teorema, es decir, explicarlo en términos de una posible interpretación de la teoría.

Pongamos un ejemplo: ¿Cuál es la probabilidad P de que mañana llueva en Guanajuato? La "lluvia de mañana miércoles en Guanajuato" es el evento A. Lo que sabemos del mismo, la información que obtengamos, como los datos meteorológicos actuales y anteriores (del pasado inmediato y mediato), la humedad, el clima regional, etcétera, se representan con B. La propuesta de Bayes es calcular cuál es la probabilidad de que llueva mañana dada la información de B. Eso es hacer estadística: tenemos unos datos y, dado que tenemos esa información, queremos calcular la probabilidad de algún evento. Con esto, Bayes fundó una manera de hacer estadística que ahora llamamos estadística bayesiana.

Supongamos que los meteorólogos le asignan al evento A una probabilidad de 10%. Pero, ¿qué quiere decir eso? En otras áreas de estadística, en la frecuentista, eso se interpreta en términos de muestras repetidas. Se dice: "si tomas muchas muestras del evento A, el porcentaje tal de los casos caerá en tal o cual intervalo". Pero en este problema, el de la lluvia, no podemos tomar la muestra porque sólo hay un "mañana miércoles" único e irrepetible. Únicamente de ciertos aspectos podemos tomar datos y pensar que podemos repetir una muestra. El argumento frecuentista se aplica en esos casos, pero en éste, ¿qué quiere decir que la probabilidad de que llueva mañana es de 10%?

La teoría bayesiana establece que ese número (la probabilidad) no representa una frecuencia, sino que es una medida de lo que conocemos nosotros, una magnitud de nuestra incertidumbre o de nuestra certeza. Si al evento "llueve mañana miércoles en la ciudad de Guanajuato" le asignamos una probabilidad de 10%, dados los datos que tenemos, esto significa que "nosotros" tenemos alguna certeza de que no va a llover mañana, que es poco probable.

Entonces, lo que mide la estadística bayesiana es la certidumbre y la incertidumbre, la seguridad de quien está esperando el evento.

quodque solum, circa nitri signa praeber, sed plura  
concurrere debere, ut de vero nitro producto dubium  
non relinquatur.

LIII. *An Essay towards solving a Problem in  
the Doctrine of Chances. By the late Rev.  
Mr. Bayes, F. R. S. communicated by Mr.  
Price, in a Letter to John Canton, A. M.  
F. R. S.*

Dear Sir,

Read Dec. 23, 1763. I Now send you an essay which I have  
found among the papers of our de-  
ceased friend Mr. Bayes, and which, in my opinion,  
has great merit, and well deserves to be preserved.  
Experimental philosophy, you will find, is nearly in-  
terested in the subject of it; and on this account there  
seems to be particular reason for thinking that a com-  
munication of it to the Royal Society cannot be im-  
proper.

He had, you know, the honour of being a mem-  
ber of that illustrious Society, and was much esteem-  
ed by many in it as a very able mathematician. In an  
introduction which he has writ to this Essay, he says,  
that his design at first in thinking on the subject of it  
was, to find out a method by which we might judge  
concerning the probability that an event has to hap-  
pen, in given circumstances, upon supposition that we  
know nothing concerning it but that, under the same  
circum-

Pie de página: Introducción del artículo "*An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances*"

Esto significa también que la probabilidad es una opinión que se puede volver una apuesta. Es una opinión de un "agente" que puede ser una persona o, en nuestro ejemplo, el Sistema Meteorológico Nacional. Esto es, la probabilidad se refiere a un agente acerca de un evento, lo que el mismo sabe en torno del evento. Y que podría volverse una apuesta, en el sentido que puedo apostar nueve a uno que no va a llover en la ciudad de Guanajuato mañana.

La teoría bayesiana se desarrolló posteriormente en el siglo XX cuando sus principios fueron axiomatizados en los trabajos de De Finetti, Ramsey y Savage, y también cuando encontraron fundamento filosófico en la epistemología moderna. La idea fundamental, sugerida por Keynes, es interpretar la probabilidad como un "grado de conocimiento", no como una frecuencia. Esto fue formalizado al identificar los grados de incertidumbre como un sistema de apuestas, justo para un "agente" que establece la probabilidad *a priori* de A, las condiciones B dado que ocurre el evento A, y, finalmente, calcula la probabilidad P de que ocurra el evento A dada la información B.

A 250 años de su publicación, el Teorema de Bayes demuestra cómo una idea simple, pero auténtica y fundamentalmente diferente, puede ser seminal y cimentar el desarrollo de toda una disciplina y escuela de pensamiento, como lo es la estadística bayesiana moderna. Sin duda el ensayo de Bayes es uno de los artículos fundamentales de la estadística y un evento a celebrar en 2013, el Año Internacional de la Estadística.

#### De su interés:

- [International Society for Bayesian Analysis](#).

- El artículo original de Bayes: T. Bayes (1763), "[An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances](#)", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 53, 370-418.

- Un libro del tema de interés general: Sharon Bertsch McGrayne. "[The Theory That Would Not Die: How Bayes' Rule Cracked the Enigma Code, Hunted Down Russian Submarines, and Emerged Triumphant from Two Centuries of Controversy](#)". Yale University Press, 2011.

\* El Dr. [José Andrés Christen Gracia](#) es investigador titular C del [Área de Probabilidad y Estadística](#) en el [Centro de Investigación en Matemáticas \(Cimat\)](#), en Guanajuato, Gto. Informes y comentarios en este [correo](#).

\*\*\*

#### Notas del editor

Con esta entrega iniciamos el cuarto año de publicación ininterrumpida del *blog* Con-Ciencia.

Para más información de las actividades que desarrolla el **Sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt**, consulte las páginas [México CyT](#) y [Gaceta CyT México](#); asimismo, le invitamos a escuchar la sección del *blog* "Con-Ciencia" en el programa "[Radio 110 grados, El cuadrante científico](#)", que se transmite cada lunes a las 14 horas (tiempo del centro)

notas (tiempo del centro).

El *blog Con-Ciencia* está en [facebook](#) y en [twitter](#). ¡Síguenos!

El Centro de Investigación en Matemáticas (Cimat) ha publicado también en el *blog* "Con-Ciencia" los siguientes artículos:

- Barradas Bribiesca, José Ignacio (Cimat). [Ser cuadrado no siempre es tan malo](#). 17 de enero de 2012.
- Hernández Lamonedá, Luis (Cimat). [¿Cuánto vale Pi?](#). 15 de marzo de 2011.
- Solís Lozano, Francisco Javier (Cimat). [La matemática, una herramienta en la lucha contra el cáncer](#). 1 de febrero de 2011.
- Rivera Meraz, Mariano J. J. (Cimat). [Algoritmo para colorear imágenes o películas y la industria del entretenimiento](#). 19 de octubre de 2010.