

# Métodos Bayesianos



Mike Wiper

Departamento de Estadística  
Universidad Carlos III de Madrid

Grado en Estadística y Empresa

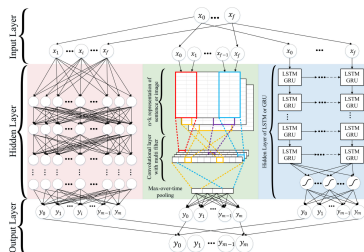
# Motivación



Hay muy pocos datos (afortunadamente) de accidentes nucleares pero los científicos tienen muchos conocimientos.

Las técnicas bayesianas nos permiten combinar información de una muestra con información de expertos o combinar información de múltiples muestras a través del *teorema de Bayes*.

# Motivación



Variational Bayes es una de los métodos más empleados en problemas de aprendizaje profundo (“deep learning”).

En la época de “Big Data”, es posible resolver problemas muy complejas con aproximaciones bayesianas rápidas.

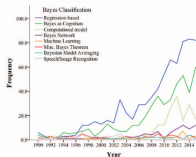
# Motivación



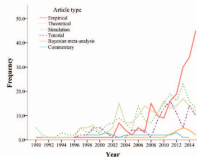
A. Absolute growth of Psychology papers mentioning "Bayesian"



B. Relative growth of Psychology papers mentioning "Bayesian"



C. Number of published papers in Psychology mentioning "Bayesian" per article subject per year



D. Number of published papers in Psychology on regression per type of paper per year

El crecimiento de artículos en psicología es similar a otros campos como estadística, economía, ciencias empresariales, ...

El uso de métodos bayesianos ha crecido de manera muy rápida desde finales del siglo 20.

# Motivación



En algunas revistas, ya no está permitido usar los p-valores clásicos.

Algunos de los procedimientos de la estadística frecuentista empiezan a ser cuestionados.

# Historia de la estadística bayesiana



En la década de 1740, el reverendo Thomas Bayes desarrolla su famoso teorema para el caso especial de la predicción de la probabilidad en un modelo binomial.

Es publicado en 1763 por su amigo Richard Price, después de la muerte de Bayes en 1761.

# Historia de la estadística bayesiana



Laplace redescubre y generaliza el teorema de Bayes en 1774. Lo utiliza para estimar la masa de Saturno muy precisamente.

Durante 40 años, desarrolla algunas de las ideas principales y es el verdadero padre de la inferencia bayesiana.

# Historia de la estadística bayesiana



En 1925, Fisher define los principios de la inferencia frecuentista.

En el siglo 19, la inferencia bayesiana empieza a perder su popularidad, porque los científicos querían resultados objetivos.



# Historia de la estadística bayesiana



En la segunda guerra mundial, Turing utiliza técnicas bayesianas para descifrar el código Enigma.

Otro éxito famoso ocurrió en 1899 cuando Poincaré utilizó el teorema de Bayes en el famoso segundo juicio del caso Dreyfus.

# Historia de la estadística bayesiana



En 1937, Bruno de Finetti establece una base axiomática para la *probabilidad subjetiva*.

Otra formulación fue desarrollado por el británico Frank Ramsey en los años 20. Ambas se basan en el concepto de “apuestas justas”.

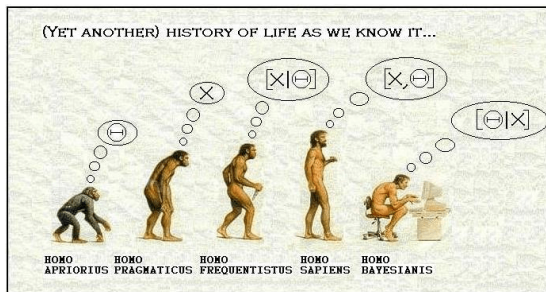
# Historia de la estadística bayesiana



En 1984, Geman y Geman introducen el *muestreador de Gibbs* o “Gibbs sampler”. Gelfand y Smith popularizan su utilización en la inferencia bayesiana en 1990.

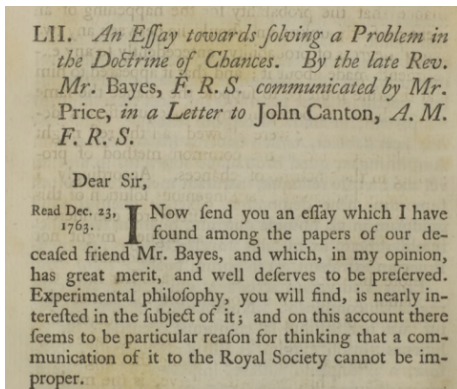
Hasta las últimas décadas del siglo 20, un gran inconveniente de los métodos bayesianos fue su difícil implementación. La mejora de la informática al final del siglo 20 facilitó el uso de las técnicas de simulación que ha llevado al creciente uso de la estadística bayesiana en el último siglo.

# Historia de la estadística bayesiana



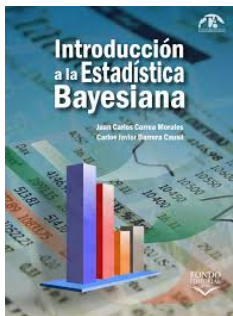
En el siglo 21, las diferencias filosóficas entre el bayesianismo y el frecuentismo se van desapareciendo. La gente es más pragmática y emplean las técnicas que funcionan mejor en sus propias aplicaciones.

# Objetivo



Introducir la teoría moderna de la inferencia bayesiana y compararlo con las técnicas clásicas o frecuentistas.

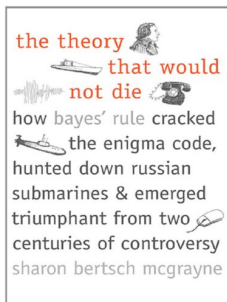
# Lecturas recomendadas



Hay muy poco escrito en español ...

- Bernardo, J.M. (1981). *Bioestadística: una Perspectiva Bayesiana*. Vicens Vicens.
- Correa Morales, J.C. y Barrera Causil, C.J. (2019). *Introducción a la Estadística Bayesiana*. Fondo Editorial ITM.
- Erdely Ruíz, A. y Gutierrez Peña, E. (2007). *Monografía de Estadística Bayesiana*.

# Lecturas recomendadas



... y mucho en inglés.

- Bertsch McGrayne, S. (2012). *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.
- Krusche, J. (2015). *Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial with R, JAGS, and Stan*. Academic Press.
- Kurt, W. (2019). *Bayesian Statistics the Fun Way*. No Starch Press.





# Cursos y apuntes online



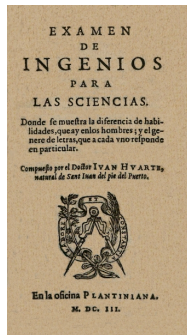
- Estadística Bayesiana de Dr. Arturo Erdely.
- Análisis Bayesiano

Además, se encuentran muchos más recursos buscando.

# Índice

- 1 Revisión de probabilidad y probabilidad condicional.
- 2 Familias conjugadas de distribuciones.
- 3 Estimación y contrastes.
- 4 Regresión y modelos lineales.
- 5 Métodos de simulación.

# Evaluación



- 1 25 % Examen parcial
- 2 25 % Ejercicios y Prácticas: se hará un proyecto basado en el uso de los métodos bayesianos para filtros de spam.
- 3 50 % Examen final.