

INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA BAYESIANA APLICADA

Dr. Marco Tulio Angulo Ballesteros
Instituto de Matemáticas, UNAM Juriquilla
Octubre 2023

Contexto. El análisis estadístico se ha vuelto indispensable para el desarrollo Científico y Tecnológico debido a la complejidad y gran cantidad de datos que se generan en la actualidad. Sin embargo, la Ciencia enfrenta la llamada “crisis de la reproducibilidad”: algunos de los resultados mas fundamentales de diversas disciplinas, sustentados por evidencia “estadísticamente significativa”, han resultado ser imposibles de reproducir y por tanto posiblemente falsos. Esta crisis tiene repercusiones enormes para la Ciencia y Tecnología. Por ejemplo, en medicina, algunos de los fármacos en desarrollo para tratar y posiblemente revertir el Alzheimer que han estado en desarrollo por mas de 20 años resultan estar basadas en premisas falsas y, por tanto, es muy poco probable que tengan los efectos esperados. La crisis de reproducibilidad en la Ciencia puede rastrearse a las malas prácticas de análisis estadístico prevalentes en la actualidad. En particular, un componente importante que contribuye a esta crisis es el énfasis actual en p-valores “estadísticamente significativos” y la gran cantidad de procesos de prueba para medirlos.

Las limitaciones del análisis estadístico basado en p-valores y la estadística clásica cada vez son más ampliamente conocidas. Frecuentemente se publican artículos y libros con métodos alternativos. Sin embargo, aun es difícil llevar estos nuevos métodos a la práctica.

Sobre el seminario. El Seminario presenta una introducción a la Estadística Bayesiana como un marco conceptual que permite solucionar sistemáticamente algunas de las limitaciones del análisis estadístico clásico. El Seminario tendrá un fuerte componente práctico, introduciendo “Turing” como un lenguaje de descripción de modelos probabilísticos que automatiza el proceso de inferencia Bayesiana. En particular, revisaremos cómo es posible repensar la solución a algunos problemas clásicos de estadística de forma Bayesiana, identificando sus ventajas y limitaciones.

Las sesiones del seminario serán híbridas, con sesiones presenciales en el IM-Juriquilla con transmisión simultánea por Zoom.

Requisitos. Probabilidad. Estadística básica. Habilidad para programar en algún lenguaje (Julia preferentemente, R o Python).

Organización. El seminario busca una participación activa de sus miembros. El formato del curso serán exposiciones por el profesor y por los alumnos, discusión de artículos, y trabajo individual en un proyecto final.

Evaluación. Asistencia¹ y participación en clase (20%); exposiciones y tareas (30%); evaluación individual del proyecto final (50%).

Temario.

1. Introducción.
 - a. El enfoque Bayesiano: distribuciones de probabilidad previas (prior) y posteriores.
 - b. Una primera mirada a las herramientas: construcción de modelos probabilísticos usando Turing.
 - c. Una primera mirada a las herramientas: inferencia a través de muestreo.
 - d. Ejemplo: un modelo de una moneda sesgada.
2. Repensando las “pruebas de hipótesis”.
 - a. Las hipótesis no son modelos.
 - b. Los límites de la estadística: porque no se puede salvar la mala ciencia.
3. Repensando la regresión
 - a. Porque la distribución Normal es normal?
 - b. Ejemplo: modelo lineal para describir la altura de personas.
 - c. Predicción lineal.
 - d. Ejemplo: modelos no lineales.
4. Repensando la regresión multivariable.
 - a. Construyendo interacciones.
 - b. Asociaciones espurias y relaciones ocultas.
 - c. Descripción de efectos causales usando Directed Acyclic Graphs (DAGs): colisiones y variables confundentes.
 - d. Ejemplo: modelo lineal multivariable.
5. Repensando los Modelos Lineales Generalizados.
 - a. Distribuciones a-priori de máxima entropía.
 - b. Ejemplo.
6. Repensando la regresión Binomial y Poisson.
 - a. Ejemplo
7. Repensando la inferencia en modelos dinámicos.
 - a. Ecuaciones diferenciales
 - b. Inferencia Bayesiana en modelos de ecuaciones diferenciales.
 - c. Ejemplos.

Bibliografía.

- [1] McElreath, R. (2020). *Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan*. Chapman and Hall/CRC.
- [2] Bolstad, W. M., & Curran, J. M. (2016). *Introduction to Bayesian statistics*. John Wiley & Sons.
- [2] Box, G. E., & Tiao, G. C. (2011). *Bayesian inference in statistical analysis*. John Wiley & Sons.

¹ El profesor se reserva el derecho de tomar lista de forma intermitente y sin previo aviso.