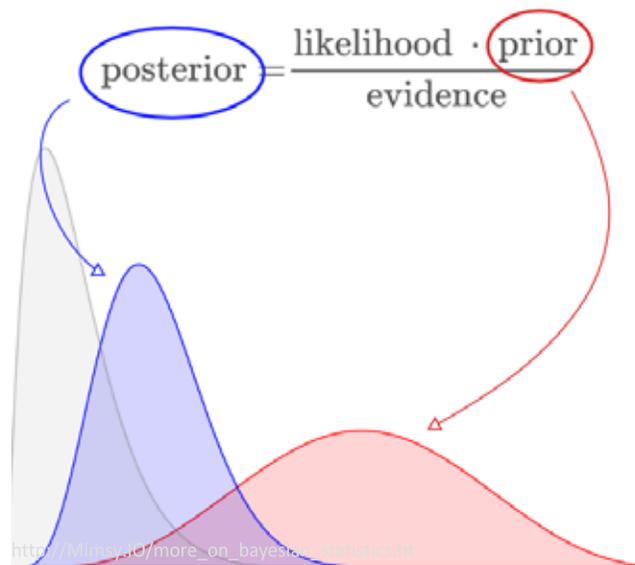


Lección de Ciencia de Cinco Minutos:

Análisis Bayesiano y Pruebas de Evaluación Científica de la Credibilidad



Por Raymond Nelson

Traductor
rodolfo@poligrafia.com.mx

This article is copyrighted by the American Polygraph Association (APA), and appears here with the permission of the APA. La American Polygraph Association (APA) tiene los Derechos de autor de éste artículo, y aparece aquí con el permiso de la APA.

Las pruebas científicas son utilizadas para cuantificar cualquier fenómeno que no puede ser sujeto a una observación determinista perfecta o a una medición física directa. Esto es debido a que el engaño y la veracidad no pueden ser medidos directamente, y porque cualquier capacidad de observar engaño o veracidad de manera determinista obviaría la necesidad de una prueba; las pruebas de la evaluación científica de la credibilidad son un ejemplo del valor y la necesidad de las pruebas científicas para asistir la ejecución de decisiones inteligentes bajo condiciones inciertas. No se espera que las pruebas científicas sean infalibles y por el contrario, son fundamentalmente dependientes de inferencias estadísticas y probabilísticas. Las inferencias estadísticas y probabilísticas puede pensarse como existentes bajo dos discusiones importantes: inferencia de frecuencia e inferencias Bayesianas.

Inferencia de frecuencia – relacionada con el conteo de frecuencia de eventos repetitivos y con errores de medición al evaluar el universo de la realidad que se supone que existe de una manera fija – formó las bases del método científico en la mayor parte del siglo pasado para la prueba de hipótesis. Aunque es útil para el propósito de entender la medición del error, la inferencia de frecuencias ha demostrado ser una base confusa para la clasificación y la toma de decisiones.

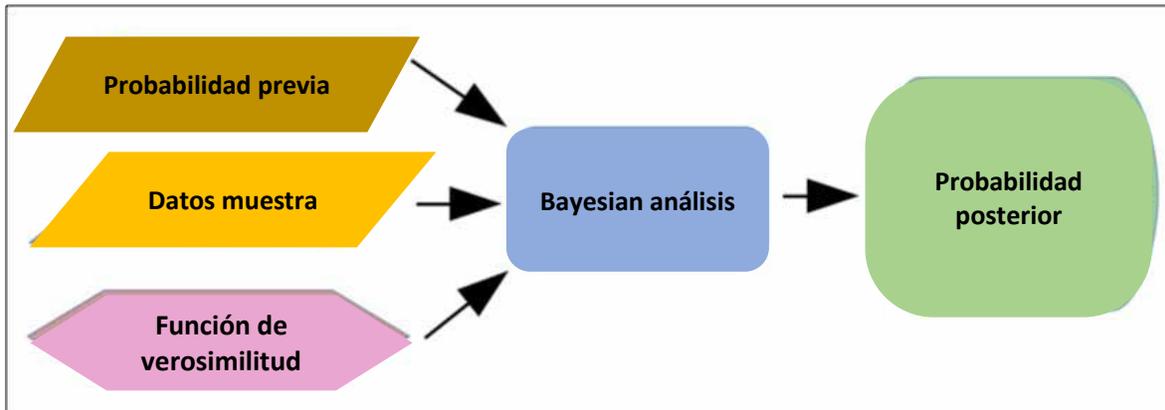
Inferencia Bayesiana – La base del análisis Bayesiano fue desarrollado a partir de la necesidad de realizar decisiones inteligentes y cuantificables bajo condiciones incertidumbre que no son repetibles u observables, como la localización más probable de un objeto perdido, el resultado de una elección o una

competencia atlética. A diferencia del análisis de frecuencias, la inferencia Bayesiana también se puede utilizar para hacer inferencias acerca de la *causa probable* de algunos datos observados. La inferencia Bayesiana por lo tanto tiene un gran valor práctico en todas las áreas de la ciencia y de la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

El análisis Bayesiano utiliza tanto la evidencia en forma de datos de prueba, como las declaraciones de probabilidad para realizar una estimación basada en evidencia sobre algo que es desconocido o inobservable. En el análisis Bayesiano, esto se refiere a un *parámetro desconocido*, de algo como una clase o una categoría. El análisis Bayesiano se utiliza en muchos contextos de toma de decisiones científicas y estadísticas. Por ejemplo, el análisis Bayesiano se puede utilizar para filtrar mensajes de correo electrónico, para discriminar entre *spam* (correo basura) y *ham* (correo electrónico útil) cuando no se sabe cómo un recipiente de correo electrónico clasificará realmente un mensaje en particular. En el contexto de la evaluación de la credibilidad, el análisis Bayesiano puede usarse para calcular los estimados de probabilidad del engaño o la veracidad cuando no se sabe si una persona es realmente veraz o engaña.

El análisis Bayesiano utiliza tres valores de entrada: 1) una probabilidad previa, 2) datos de prueba, y 3) una función de verosimilitud. La probabilidad posterior es una descripción estadística del parámetro desconocido de interés, tal como la probabilidad posterior de engaño o veracidad. La Figura 1 muestra una gráfica de la entrada y salida de un análisis Bayesiano .

Figura 1 Análisis Bayesiano



La *probabilidad previa* es una descripción estadística o probabilística de nuestro conocimiento del parámetro de interés, antes de terminar la prueba y el análisis Bayesiano. A veces se encuentra disponible información buena sobre la probabilidad previa, aunque a menudo se conoce muy poca información que apoye una clase de conclusión sobre de otra.

La probabilidad previa puede estimarse a partir del número de clases posibles de resultados cuando no hay información previa, o cuando se encuentra disponible muy poca información buena. Por ejemplo: cuando muy poca información o conocimiento previo está disponible acerca de si un individuo en realidad está engañando o diciendo la verdad, la probabilidad previa se puede estimar por las conclusiones posibles: engaño o veracidad – para lo cual las probabilidades previas son .5 y .5.^{1, 2}

El propósito del análisis Bayesiano es actualizar esta probabilidad previa.

Los datos de prueba son utilizados como entrada para el análisis Bayesiano después de la extracción de características y después de la reducción y la agregación de los datos a los valores numéricos, lo que puede tener mayor valor práctico que los datos crudos. En el contexto de las pruebas poligráficas esto significa que los datos de prueba de entrada son las puntuaciones numéricas para el gran total y subtotales por pregunta.

Una función de verosimilitud es un dispositivo matemático – a menudo en la forma de fórmula, algoritmo, o tabla de referencia – utilizado para calcular un valor estadístico o numérico de los datos de prueba. Por ejemplo, las tablas de referencia ESS-M (Nelson, 2017) son una forma de distribución de referencia teórica– calculada usando hechos e información sujeta a la matemática y a evidencia, bajo la teoría analítica de la prueba

- 1 Esta probabilidades previas también se pueden referir como un *distribución de probabilidad previa* porque los valores 0.5 y .5 representan la distribución de todas las clases posibles.
- 2 Estas probabilidades también pueden ser transformadas matemáticamente para que puedan expresarse como *Posibilidades*. Esto se hace tomando cada una de las probabilidades y dividiéndolas por su complemento matemático (ejemplo, posibilidades = $.5 / (1 - .5) = 1$). Las probabilidades también se pueden transformar matemáticamente a probabilidades dividiendo las posibilidades entre las posibilidades + 1. Por ejemplo: probabilidad = $1 / (1 + 1) = .5$.

poligráfica^{3, 4}. En contraste, la función de verosimilitud para las puntuaciones ESS de los datos de prueba poligráficos, es un conjunto de tablas de referencia normativa (Nelson, et al., 2011), calculadas a partir de muestras de datos empíricos consistentes de casos de campo confirmados como culpables y confirmados como inocentes⁵.

El análisis Bayesiano involucra el uso del *teorema de Bayes*. El teorema de Bayes se encuentra dentro de las más prácticas y útiles de todas las fórmulas matemáticas y estadísticas. Se utiliza para actualizar o mejorar la efectividad de las conclusiones, predicciones o clasificaciones en comparación con aquellas que se podrían hacer utilizando solamente la distribución de probabilidad previa. Un aspecto importante del análisis Bayesiano es que la noción de *probabilidad* se toma para significar el *grado de creencia* en una idea o conclusión. Esto es en contraste con la noción frecuentista de probabilidad se refiere a una *proporción de resultados observados* – que limita la discusión de las probabilidades de las cosas que pueden observarse y repetirse⁶.

La salida o el resultado del análisis Bayesiano es una *probabilidad posterior*. Esto también puede pensarse como una *distribución posterior* de probabilidad al considerar todas las probabilidades posteriores para todas las clases posibles. Un aspecto conveniente de análisis estadístico Bayesiano es que los resultados estadísticos o probabilísticos del análisis Bayesiano pueden ser utilizados intuitivamente porque pueden proporcionar una estimación conveniente del tamaño del efecto de interés, por ejemplo: *las posibilidades de engaño* o *las posibilidades de veracidad*.

Expertos que trabajan y utilizan pruebas de evaluación científica de la credibilidad (detección de mentiras) y los resultados de estas pruebas, pueden esperar que se tenga un fundamento razonable para entender las bases del análisis y toma de decisiones estadísticas Bayesiano bajo condiciones de incertidumbre. Se espera que esta breve descripción será de cierto valor para los practicantes de campo que deseen aumentar su fluidez con estos conceptos.

- 3 La teoría analítica básica de la prueba poligráfica sostiene que los mayores cambios en la actividad fisiológica se cargan ante los diferentes tipos de estímulos de prueba en función del engaño o veracidad, en respuesta a los estímulos relevantes u objetivos de investigación. Consulte a Nelson (2016) para una discusión más completa de esta teoría analítica de las pruebas poligráficas.
- 4 Las puntuaciones ESS son detres posiciones (+0 ó -), valores no paramétricos que son asignados de acuerdo a la carga diferencial de cambios en la actividad fisiológica en respuesta a los estímulos relevantes y de comparación usando sensores de grabación múltiple e iteraciones múltiples de una secuencia de preguntas de estímulo que incluyen versiones múltiples de preguntas prueba. Las distribuciones ESS-M resultantes son una distribución multinomial y pueden ser utilizadas como una función de probabilidad para el análisis Bayesiano con cualquier población o grupo para
- 5 Los datos empíricos normativos pueden ser intuitivamente útiles ya que la información es obtenida de pruebas reales con personas reales. Las normas empíricas son de representatividad desconocida cuando se utilizan con personas ajenas al grupo de muestreo normativo. Además, las distribuciones de muestreo son siempre una representación imperfecta de la distribución de la muestra, aunque podemos confiar en la *ley de los grandes números* y el uso de distribuciones de muestreo numerosas para converger hacia el grupo de población de interés.
- 6 Los métodos de estadística de frecuencia no pueden ser utilizado para asignar una probabilidad a eventos que no pueden repetirse tales como los resultados en deportes o elecciones. Además, los métodos de estadística de frecuencia no pueden ser utilizados para asignar probabilidades a ideas tales como decisiones de hipótesis o de clase. Por esta razón el análisis Bayesiano tiene una utilidad práctica importante ya que puede ser utilizada para producir estimaciones de probabilidad reproducible para muchas cosas prácticas e interesantes que no pueden ser observadas y contadas, tales como la mayor probabilidad de engaño o veracidad a causa de algunos datos observados durante pruebas de evaluación de credibilidad poligráfica.
- 7 el que se asuma que la teoría básica del polígrafo mantenga la verdad.

Referencias

- Bayes, T. & Price, R. (1763). An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 53, 370– 418.
- Berger, J. O. (1985). *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*. Springer.
- Bernardo, J. & Smith, A. (1994). *Bayesian Theory*. John Wiley & Sons.
- Casella, G. (1985). An introduction to empirical Bayes data analysis. *American Statistician*, 39 (2), 83–87.
- Downey, A. B. (2012). *Think Bayes. Bayesian Statistics Made Simple*. Green Tea Press.
- Efron, B. (1986). Why isn't everyone a Bayesian? *American Statistician*. 40(1). 1-5.
- Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtary, A., & Rubin, D. B. (2014). *Bayesian Data Analysis*. CRC Press.
- Gill, J. (2007). *Bayesian Methods: A Social and Behavioral Sciences Approach*. Second Edition. Chapman and Hall/CRC.
- Laplace, S. P. (1812). *Théorie analytique des probabilités*. Paris: Courier.
- Nelson, R. (2016). Scientific (Analytic) Theory of Polygraph Testing. *APA Magazine*, 49(5), 69-82.
- Nelson, R. (2017). Multinomial reference distributions for the Empirical Scoring System. *Polygraph & Forensic Credibility Assessment*, 46 (2), 81-115.
- Nelson, R. Handler, M. Shaw, P., Gougler, M., Blalock, B., Russell, C., Cushman, B., & Oelrich, M. (2011). Using the Empirical Scoring System, *Polygraph*, 40(2).
- Pericchi, L. & Walley, P. (1991). Robust Bayesian credible intervals and prior ignorance. *International Statistics Review* 58(1), 1-23.
- Stone, J. (2013). *Bayes' Rule: A Tutorial Introduction to Bayesian Analysis*. Sebtel Press.
- Winkler, R. L. (1972). *An Introduction to Bayesian Inference and Decision*. Holt McDougal.