

---

## El uso inclusivo del Factor Bayes en las hipótesis de significación para la investigación clínica

### *The inclusive use of Bayes Factor in significance hypotheses for clinical research*

**Cristian Ramos-Vera** <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3417-5701>

<sup>1</sup> Universidad Cesar Vallejo. Área de Investigación. Facultad de Ciencias de la Salud. Lima, Perú.

\* Autor para la correspondencia (email): [cristony\\_777@hotmail.com](mailto:cristony_777@hotmail.com)

---

Recibido: 13/01/2021

Aprobado: 05/06/2021

Ronda: 3

---

#### Estimado Director:

En el año 2020, volumen 24 de la revista Archivo Medico de Camagüey, se publicaron dos importantes artículos que reportaron correlaciones estadísticas significativas. La investigación más reciente estimó una asociación entre la presencia de arritmias cardíacas y la mortalidad en una muestra de 114 pacientes graves con enfermedades neurológicas agudas no traumáticas (Odd Ratio [OR]=7,2;  $p < 0,05$ ). <sup>(1)</sup> El otro estudio evaluó la relación entre el diagnóstico de una enfermedad mental durante la hospitalización y el consumo de alcohol y de tabaco en 62 pacientes quemados ( $c^2 = 5,599$ ;  $p < 0,05$ ). <sup>(2)</sup> Así también, fue considerado un artículo de la presente revista que incluyó a 214 mujeres con infertilidad, donde se reportó un hallazgo significativo ( $t=1,952$ ;  $p < 0,05$ ) al comparar los niveles de concentración tiroidea T3 (*triyodotironina*) entre las pacientes con infertilidad primaria (79) y secundaria (135), mediante la prueba *t* de Student. <sup>(3)</sup>

La presente carta tiene como objetivo presentar una serie de casos de reanálisis bayesiano, <sup>(4)</sup> de los resultados mencionados. Se realizó la conversión del tamaño de efecto del OR a coeficiente de relación (*r*). Asimismo, se convirtió el valor de *ji* cuadrado a coeficiente *r*, ambas estimaciones de conversión se efectuaron mediante una calculadora online. <sup>(5)</sup> El primer estudio presentó un valor

de  $r = 0,478$ , mientras la segunda investigación precisó un coeficiente  $r = 0,301$  y en la tercera investigación se consideró los valores de la media y desviación estándar para estimar el valor  $t$  de *Student* ( $t = 1,952$ ). A su vez, se incluyó los tamaños muestrales respectivos para el cálculo de la inferencia bayesiana, en específico mediante el método del factor Bayes (FB).<sup>(4)</sup> El cual permite evaluar más allá de la interpretación dicotómica del rechazo o aceptación de la hipótesis nula, pues cuantifica el valor de evidencia o certeza en que los datos respaldan a la hipótesis alterna en relación a la hipótesis nula (hipótesis alterna vs hipótesis nula).<sup>(6)</sup>

La utilidad del FB es esencial para la inferencia estadística en las pruebas frecuentistas de estimación (por ejemplo, análisis de correlación o prueba estadística de comparación de medias de *t Student*). Además, cuando se cuenta con hallazgos de significación este modelo bayesiano es considerado una alternativa metodológica de replicación estadística,<sup>(4)</sup> a partir del esquema de clasificación de Jeffreys:<sup>(7)</sup> débil, moderado, fuerte, muy fuerte y extrema (Tabla 1).

Tabla 1 Valores de interpretación cuantificable del factor Bayes

>100	Extrema	Hipótesis alternativa
30+100	Muy fuerte	Hipótesis alternativa
10+30	Fuerte	Hipótesis alternativa
3,1-10	Moderado	Hipótesis alternativa
1,1-3	Débil	Hipótesis alternativa
1	0	No evidencia
0,3-0,9	Débil	Hipótesis nula
0,29-0,1	Moderado	Hipótesis nula
0,09-0,03	Fuerte	Hipótesis nula
0,03-0,01	Muy fuerte	Hipótesis nula
<0,01	Extrema	Hipótesis nula

Nota: Creación propia según la escala de clasificación de Jeffreys.<sup>(7)</sup>

El FB consta de dos interpretaciones: FB10 (a favor de la hipótesis alternativa) y FB01 (a favor de la hipótesis nula) y el intervalo de credibilidad al 95 %, <sup>(8)</sup> ante la evidencia de hallazgos significativos, los ejemplos de replicación bayesiana se enfocan en la estimación del grado de certeza de la hipótesis alterna. Los resultados obtenidos son FB10 (alterna)=186 000 y FB01 (nula)=5,39e-06 e IC95 % [0,318 a 0,604] en el estudio con pacientes con enfermedades neurológicas; FB10 (alterna)=2,506 y FB01 (nula)=0,399 e IC95 % [0,053 a 0,503] en la investigación con pacientes quemados. Estos hallazgos respaldaron con una evidencia extrema y débil, respectivamente, ambas hipótesis alternas de correlación significativa.

Con respecto al último hallazgo comparativo ( $t$  de *Student*) del estudio en mujeres con infertilidad los valores bayesianos fueron: FB10 (alterna)=0,908 y FB01 (nula)=1,101 e IC95 % [-0,008 a 0,430]. Esta estimación bayesiana no evidenció un grado de fuerza probatoria a favor de la hipótesis alterna

(diferencia), en contraste de la nulidad de los datos, cuyos valores similares refieren una incertidumbre en la estimación del hallazgo significativo de mayores niveles de concentración tiroidea T3 (*triyodotironina*) entre las pacientes con infertilidad primaria en relación al grupo con infertilidad secundaria reportado por Valle et al. <sup>(3)</sup> dado los datos. Es recomendable que futuros estudios consideren datos muestrales más grandes para una confirmación más concluyente de dichas hipótesis.

La conversión de los tamaños de efecto permite considerar la replicación de estudios con diversos análisis estadísticos basados en las hipótesis de significación como la presente investigación, cuya utilidad es primordial en las ciencias de la salud. <sup>(4,6,9)</sup> A su vez, aún no hay un estándar fijo interpretativo de las magnitudes del tamaño de efecto tales criterios divergen entre las diferentes áreas médicas, <sup>(10)</sup> debido a la potencia estadística, la distribución de los datos y las diferentes medidas clínicas utilizadas, <sup>(10)</sup> por lo cual, el uso inclusivo del FB es un gran aporte metodológico en la investigación clínica más allá de la significación estadística.

Además, hay un cuestionamiento sobre el mal uso de los p valores debido a interpretaciones erróneas, una de las más comunes es la falacia de la probabilidad inversa, que es la falsa creencia que el valor p se refiere a la probabilidad de tener una hipótesis nula ( $H_0$ ) verdadera y la falacia del tamaño del efecto que vincula la significación estadística con la magnitud del efecto. Así los p valores pequeños de significación se interpretan como efectos grandes, sin embargo, no informan la magnitud de un efecto. <sup>(11)</sup>

La utilidad del FB como replicación estadística de hallazgos significativos que reporten una evidencia concluyente o superior ( $FB_{10} > 10$ ) permite reforzar la credibilidad práctica para futuros artículos de la revista y se genere mayor difusión de la reproducibilidad en la investigación clínica. <sup>(8)</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández-Ruiz A, Le'Clerc-Nicolás J, González-González M, Poyo-Indra J, Viñas-Rodríguez D. Factores pronósticos de mortalidad en pacientes graves con enfermedades neurológicas agudas no traumáticas. Arch méd Camagüey [Internet]. 2020 [citado 02 Ene 2021];24(6). Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/7570>
2. Rodríguez-Vargas M. Prevalencia y variables asociadas al consumo de alcohol y de tabaco en pacientes quemados. Arch méd Camagüey [Internet]. 2020 [citado 02 Ene 2021];24(5). Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/7542>
3. Valle-Pimienta T, Lago-Díaz Y, Rosales-Álvarez G, Breña-Pérez Y, Ordaz-Díaz S, Pérez-Aguado A. Infertilidad e hipotiroidismo subclínico. Arch méd Camagüey [Internet]. 2020 [citado 2 Ene 2021];24(4). Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/7362/3606>  
<http://revistaamc.sld.cu/>

4. Ly A, Raj A, Etz A, Marsman M, Gronau QF, Wagenmakers EJ. Bayesian Reanalyses From Summary Statistics: A Guide for Academic Consumers. *Adv Meth Pract Psychol Sci* [Internet]. 2018 [citado 02 Ene 2021];1(3):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2515245918779348>
5. Lenhard W, Lenhard A. Calculation of Effect Sizes. Dettelbach (Germany): Psychometrica [Internet]. 2016 [citado 02 Ene 2021]. Disponible en: [https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html)
6. Marsmamn M, Wagenmakers EJ. Bayesian benefits with JASP. *Eur J Dev Psychol* [Internet]. 2017 [citado 02 Ene 2021];14(5):[aprox. 12 p.]. Disponible en: [https://pure.uva.nl/ws/files/14606817/Bayesian\\_benefits\\_with\\_JASP.pdf](https://pure.uva.nl/ws/files/14606817/Bayesian_benefits_with_JASP.pdf)
7. Jeffreys H. *Theory of Probability*. 3ra ed. Oxford: Clarendon Press; 1961.
8. Goss-Sampson MA, van Doorn J, Wagenmakers. *Bayesian Inference in JASP: A Guide for Students*. Amsterdam: University of Amsterdam, JASP team; 2020.
9. Ramos-Vera CA. Replicación bayesiana: cuán probable es la hipótesis nula e hipótesis alterna. *Educ Med* [Internet]. 2020 [citado 02 Ene 2021];22:[aprox. 2 p.]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-medica-71-pdf-S1575181320301492>
10. Brydges CR. Effect Size Guidelines, Sample Size Calculations, and Statistical Power in Gerontology. *Innov Aging* [Internet]. 2019 Sep [citado 02 Ene 2021];3(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31528719/>.
11. Greenland S, Senn SJ, Rothman KJ, Carlin JB, Poole C, Goodman SN, et al. Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. *Eur J Epidemiol* [Internet]. 2016 [citado 02 Ene 2021];31(4):[aprox. 13 p.]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10654-016-0149-3>

## **CONFLICTOS DE INTERESES**

El autor declara que no existen conflictos de intereses.