

El uso del factor Bayes para la investigación en educación física

The use of the Bayes factor for physical education research

Cristian Ramos-Vera

Área de investigación Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Cesar Vallejo (Perú).
<https://orcid.org/0000-0002-3417-5701> cristony_777@hotmail.com

Estimado editor,

En el número 4 del volumen 9 de la presente revista, se publicó [una importante investigación](#) que reportó una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de la fortaleza mental entre el grupo experimental (24) y el grupo control (24) conformado por futbolistas que jugaban en la selección U19 del Kayseri Sports Club (Turquía) en la tercera etapa del estudio (post-test), posteriormente de tener una capacitación en fortaleza mental durante cuatro semanas, cuyos datos fueron analizados mediante la significación estadística de la hipótesis nula ($p < 0.05$) mediante la prueba t de Student (Turan et al., 2020).

El empleo del factor de Bayes permite reevaluar los hallazgos significativos para el contraste de probabilidad de las hipótesis estadísticas, dado los datos a partir del estado de los p valores, el cual brinda información adicional más allá de la interpretación dicotómica del rechazo o aceptación de la hipótesis nula (Ly et al., 2018; Marsman & Wagenmakers, 2017). Es decir, que el factor Bayes estima la cuantificación del grado o evidencia en que los datos apoyan tanto la hipótesis nula como la hipótesis alterna (hipótesis nula vs hipótesis alterna), mediante un sistema de valores según la escala de clasificación de Jeffreys (1961): débil, moderado, fuerte y muy fuerte (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

Creación propia según la escala de clasificación de Jeffreys (1961).

Se consideró el valor t ($t = 92,05$) y los datos muestrales (24 y 24) reportados por Turan et al. (2020), para la respectiva reevaluación bayesiana. El factor Bayes consta de dos interpretaciones: BF_{10} (a favor de la hipótesis alternativa) y BF_{01} (a favor de la hipótesis nula) y el intervalo de credibilidad al 95% (Goss-Sampson, 2020). A partir de la evidencia de significación estadística, esta carta se enfoca en la hipótesis alterna.

Los resultados obtenidos del factor Bayes fueron: $BF_{10} = 92,05$ y $BF_{01} = 0,011$ e $IC_{95\%} [-1,203$ a $-0,287]$, lo que respaldó el resultado significativo reportado por Turan et al. (2020); la inferencia bayesiana refiere una evidencia muy fuerte a favor de la hipótesis alterna (diferencia) con respecto a los niveles de fortaleza mental en el grupo experimental en comparación al grupo control, lo cual fue confiable con un valor similar del factor Bayes máximo ($\max BF_{10} = 96,88$).

Los hallazgos significativos con pequeños datos muestrales –por ejemplo menores a 250 participantes (Schönbrodt & Perugini, 2013)– presentan mayormente valores estadísticamente significativos con efectos inflados, limitado por la potencia estadística, los cuales refieren una mayor incertidumbre de precisión del efecto verdadero que se evidencia en los intervalos de confianza muy amplios (Abt et al., 2020; Brydges, 2019). El beneficio de la inferencia bayesiana como análisis o reanálisis permite confirmar cuán probable es el verdadero tamaño de efecto significativo en contraste a la nulidad y viceversa (Ly et al., 2018), y una correcta estimación e interpretación de los intervalos de credibilidad dado los datos a diferencia de los intervalos frecuentistas.

Se ha recomendado reportar los tamaños de efecto para reforzar los p valores; sin embargo, aún no hay un consenso claro de las pautas de interpretación de los tamaños de efecto. Estos

criterios divergen entre las diferentes áreas científica, debido a varios factores como el tipo de muestreo o el diseño de estudio (Brydges, 2019). Asimismo, se carece de un estándar interpretativo fijo de los tamaños de efecto referido por la literatura científica en el área de la investigación en educación física; por lo tanto, el uso del factor Bayes es un gran aporte metodológico para este ámbito, cuyo uso inclusivo es de gran utilidad en otros análisis y reanálisis estadísticos que se basan en las pruebas de significancia (Kelter, 2020; Ramos-Vera, 2020; en prensa).

Otro de los beneficios del factor Bayes es su utilidad en la planificación de la investigación para detectar un mínimo tamaño muestral que estime la probabilidad bayesiana de obtener falsos positivos, $FB_{10} < 1$. Asimismo, incluir datos muestrales que afiancen el poder estadístico que aumenten la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa de futuros estudios en la investigación en educación física que favorezcan su replicación.

En conclusión, el factor Bayes es un gran aporte metodológico que presenta una implicancia práctica en la toma de decisiones importantes a partir de la confirmación de resultados que sean eficazmente concluyentes, lo que permite afirmar categóricamente que un hallazgo significativo (por ejemplo el efecto de un programa de entrenamiento físico a favor del grupo de intervención) con una evidencia fuerte o superior es cierta. A su vez, la inferencia bayesiana es aplicable inclusivamente para afianzar la reproducibilidad en la investigación en educación física.

REFERENCIAS

- Abt, G., Boreham, C., Davison, G., Jackson, R., Nevill, A., Wallace, E., & Williams, M. (2020). Power, precision, and sample size estimation in sport and exercise science research. *Journal of Sports Sciences*, 38(17), 1933-1935. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1776002>
- Brydges, C. R. (2019). Effect size guidelines, sample size calculations, and statistical power in Gerontology. *Innovation in Aging*, 3(4), igz036. <https://doi.org/10.1093/geroni/igz036>
- Goss-Sampson, M. A. (2020). *Bayesian inference in JASP: a guide for students*. University of Amsterdam: JASP team. <http://dx.doi.org/10.17605/OSF.IO/CKNXM>
- Jeffreys, H. (1961). *Theory of probability*. Oxford: Oxford University Press.
- Kelter, R. (2020). Bayesian alternatives to null hypothesis significance testing in biomedical research: a non-technical introduction to Bayesian inference with JASP. *BMC Medical Research Methodology*, 20, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-00980-6>
- Ly, A., Raj, A., Etz, A., Marsman, M., Gronau, Q. F., y Wagenmakers, E. J. (2018). Bayesian reanalyses from summary statistics: a guide for academic consumers. *Advances in*

Methods and Practices in Psychological Science, 1(3), 367-374.

<https://doi.org/10.1177/2515245918779348>

Marsman, M., & Wagenmakers, E. J. (2017). Bayesian benefits with JASP. *European Journal of Developmental Psychology*, 14(5), 545-555.

<https://doi.org/10.1080/17405629.2016.1259614>

Ramos-Vera, C. A. (2020). La alternativa metodológica del factor Bayes en la investigación clínica de nutrición. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(4), 401-403.

<https://doi.org/10.14306/renhyd.24.4.1231d>

Ramos-Vera, C. A. (2021). Replicación bayesiana: cuán probable es la hipótesis nula e hipótesis alterna. *Educación Médica*, 22, s234-s235.

<https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.09.014>

Turan, M. B., Pepe, O., Koç, K., & Karaoğlu, B. (2020). Examining the effect of mental toughness and decision-making styles on the competition performances of footballer candidates receiving infrastructure training in professional football teams. *VIREF Revista de Educación Física*, 9(4), 48-72.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/341919>