

## *Metaciencia y analítica de datos como herramientas para la promoción del pensamiento crítico en estudiantes universitarios.*

*Juan Pablo Sánchez Escudero<sup>1</sup>*

*Víctor Julián Vallejo Zapata<sup>2</sup>*

### **Pensamiento crítico**

Lejos de las concepciones populares, la crítica es altamente valorada en el quehacer del científico. La perfectibilidad característica de la ciencia y la acumulación de conocimiento derivado de la indagación obliga mantener una actitud inquisitiva, escéptica y crítica para juzgar la calidad de la evidencia que se encuentra (Larrson, 2017).

El pensamiento crítico puede definirse como el juicio voluntario y autorregulador que resulta en interpretación, análisis, evaluación, inferencia y explicación de las condiciones (metodológicas, criteriológicas y contextuales) en las cuales se basa ese juicio. Es una habilidad de dominio general que permite examinar nueva información e ideas en pugna de manera lógica y en términos de la evidencia, al margen de las implicaciones personales de su análisis.

Siendo una habilidad general, el pensamiento crítico puede aplicarse a una amplia variedad de asuntos específicos como establecer preguntas con claridad, ordenar trabajos complejos, buscar información relevante diligentemente, seleccionar y aplicar criterios razonables, enfocar la atención en lo importante o persistir ante las dificultades.

No es de sorprender entonces que el pensamiento crítico sea una competencia profesional altamente demandada en los círculos académicos más altos. Finalmente, todas las disciplinas realizan preguntas, relacionan la teoría con la práctica, encuentran y usan apropiadamente la

---

<sup>1</sup>Juan Pablo Sánchez Escudero. Universidad Católica de Oriente y Universidad de Antioquia. Psicólogo, Magíster en Psicología. Estudiante del Doctorado en Epidemiología – UdeA. Docente de estadística, psicometría, diseños de investigación, cognición y neurociencias. Investigador de habilidades cognitivas y desarrollo de videojuegos. [jsanchez@uco.edu.co](mailto:jsanchez@uco.edu.co)

<sup>2</sup>Víctor Julián Vallejo Zapata. Docente de la Universidad de Antioquia. Psicólogo, Magíster en Lingüística. Candidato a PhD en Lingüística – Universidad de Antioquia. Docente de estadística, diseños de investigación, cognición y argumentación. [victor.vallejo@udea.edu.co](mailto:victor.vallejo@udea.edu.co)

evidencia, la evalúan, encuentran conexiones y categorizan los fenómenos de su interés (Fidler & Wilcox, 2018).

Diferentes competencias profesionales se refieren directa o indirectamente al pensamiento crítico. Por ejemplo, resaltemos algunas competencias profesionales planteadas por la APA (2012, pp. 13-14):

- Demuestra alfabetización en información psicológica.
- Se compromete en pensamiento innovador e integrativo y solución de problemas.
- Construye argumentos clara y concisamente usando conceptos y teorías psicológicos basados en la evidencia.
- Crea argumentos orales coherentes e integrados basados en revisión de literatura psicológica pertinente.

Estos indicadores requieren del pensamiento crítico para alcanzar los estándares profesionales que exigen ir más allá de la mera repetición de la información rastreada en bases de datos, tomar decisiones fundamentadas y planificar procesos de investigación e intervención (Sánchez y Vallejo, en prensa).

Aplicada a la investigación, el pensamiento crítico permite identificar brechas en la literatura, errores en el razonamiento que orienta programas de investigación, establecer relaciones entre piezas de información relevantes o desarrollar argumentos lógicos de alto nivel, en otras palabras, el pensamiento crítico es la piedra angular del quehacer del científico (Cargas, Williams & Rosenberg, 2017).

El pensamiento crítico requiere de espacios debidamente diseñados para su promoción y mejoramiento, idealmente desde los primeros niveles de profesional. Asignaturas como Estadística, Metodología o Diseños de Investigación así como trabajos de grado son ideales para la promoción del pensamiento crítico en tanto implican su uso en diferentes niveles de dificultad y contextos; además permiten la promoción de buenas prácticas investigativas y la metaciencia de la disciplina particular (Mufatò et al, 2017; Sánchez y Vallejo, en prensa).

## Metaciencia

En esta sección presentaremos sintéticamente la metaciencia. En principio, tenemos que la producción del conocimiento científico es un tema de investigación legítimo, el cual ha sido explorado por disciplinas como la filosofía de la ciencia, la sociología, la estadística o la ética. Dentro de este, encontramos cuestiones clásicas como validez, replicabilidad o falsación. Otras cuestiones han surgido o se han consolidado a partir de dinámicas sociopolíticas y tecnológicas contemporáneas: divulgación, confianza, impacto en políticas públicas (Fidler & Wilcox, 2018).

Dentro de este panorama, encontramos una línea de trabajo específica orientada a la revisión crítica de las prácticas y tendencias en la investigación, así como en el planteamiento de lineamientos para la generación del conocimiento científico. Desde la última década, esta línea toma el nombre de *metaciencia*, aunque la encontramos bajo otras denominaciones en momentos previos, como *investigación basada en la evidencia* o *meta-investigación* (Ioannidis et al., 2015).

Así, la metaciencia toma como principal estrategia de análisis los procesos estadísticos que subyacen al conocimiento científico, con un énfasis marcado en el análisis de grandes cantidades de datos. A partir de estos parámetros, se ofrecen conclusiones sustentadas sobre el estado actual de los campos de investigación, así como las prácticas que lo generan (Ioannidis, 2005; Munafò et al., 2017).

Los estudios metacientíficos, entonces, continúan y revitalizan las investigaciones sobre replicabilidad (de la cual muchos habrán escuchado que se plantea una crisis, sobre todo en ciencias de la salud, para una ampliación, ver Baker, 2016; Fanelli, 2018; Saltelli & Funtowicz, 2017) y han señalado prácticas inadecuadas de publicación y manipulación de información. Ioannidis, et al. (2015, p. 2) caracterizan a la metaciencia en cinco áreas mayores de interés, a saber:

- Métodos: cómo se realiza el conocimiento científico;
- Reporte: cómo se comunica;
- Replicabilidad: cómo se verifica;

- Evaluación: cómo se examina;
- Incentivos: cómo se recompensa.

Actualmente, se cuenta con una serie de proyectos metacientíficos a gran escala, que incluyen investigación bibliométrica sobre sesgos en la publicación, investigación sociológica sobre percepciones y prácticas científicas, investigación pedagógica sobre formación en diseños metodológicos y analítica de datos, e investigación en replicabilidad de campos específicos como psicología experimental o ciencia computacional (Fidler & Wilcox, 2018).

La metaciencia ha permitido establecer, entonces, el estado actual de la práctica científica, tanto en términos de sus prácticas como de los sesgos y amenazas que la afectan:

**Imagen 1: Amenazas a la ciencia reproducible.**



Fuente: Munafò et al. (2017, p. 2).

**Nota:** el círculo señala el proceso hipotético-deductivo, en negro aparecen los momentos y en rojo las amenazas potenciales que surgen en ellos. *HARKing* es una abreviatura para "hipotetizar después de que los resultados son conocidos" (*hypothesizing after the results are known* en el original).

## **Estrategias para la formación de estudiantes de pregrado y posgrado**

En esta tercera sección articularemos los dos aspectos presentados dentro de una propuesta específica de formación profesional y posgraduada.

Recordemos que la formación profesional cuenta, dentro de sus objetivos, con la promoción del desarrollo del pensamiento crítico. Estos están en la base de las orientaciones propuestas por la APA (2012), sustentando competencias tan diversas como conocimiento básico, investigación, comunicación, responsabilidad ética y desarrollo profesional.

Por otro lado, siendo que la metaciencia es un ejercicio de revisión de la producción científica a partir del análisis de datos (Ioannidis et al., 2015), encontramos pertinente la inclusión de las estrategias metacientíficas en los procesos de formación tanto en nivel de pregrado como posgrado.

Dada la diversidad de finalidades que podemos incluir en la metaciencia, resaltaremos aquellas dedicadas al análisis de datos orientadas a cinco metas de formación, por cuestiones de espacio las ilustraremos brevemente:

### **1. Identificación de sesgos en el razonamiento estadístico.**

Identifique la estadística como una cuestión de razonamiento, no de utilización de software. Incluya en sus clases ejercicios de análisis de datos reales y actualizados; confronte el conocimiento cotidiano de los estudiantes (y el suyo propio) con datos confiables; permítale interactuar con los datos.

### **2. Rastreo de datos confiables para el análisis de problemáticas sociales.**

En consonancia con la meta anterior, promueva la aplicación del campo de formación de los estudiantes hacia problemáticas sociales relevantes de su contexto. Busque información confiable y sustentada (recuerde: la misma falta de información es un dato relevante). Compare las conceptualizaciones y propuestas de intervención antes y después de confrontar los supuestos con dicha información.

### **3. Identificación de tendencias investigativas y sesgos de publicación.**

Retome la ingente bibliografía contemporánea sobre las prácticas de investigación (p.ej, Goodman, 2012; Munafò et al., 2017; Neuroskeptic, 2012). Explore con sus estudiantes

antecedentes de investigación e identifique los posibles sesgos y amenazas del campo, promueva la lectura crítica de los autores.

**4. Promoción de competencias técnicas cristalizadas (manejo de software con criterio técnico).**

Recomendamos que entrene a sus estudiantes con software libre, dada la flexibilidad y accesibilidad del mismo. Aunque R sería el ideal a alcanzar, generalmente resulta demasiado complejo y obtuso para quienes se forman en áreas que se apoyan en la analítica de datos como herramienta y no como tema de indagación. Para eso, recomendamos los paquetes JASP (Goss-Sampson, 2018; JASP Team, 2019) y Jamovi (Navarro & Foxcroft, 2019; The jamovi project, 2019), desarrollados por docentes-investigadores y con manuales orientados a aprendices.

**5. Promoción de competencias técnicas fluidas (manejo de la información y toma de decisiones sobre los datos).**

Piense en esta finalidad como una síntesis de las anteriores. Plantee con sus estudiantes la realización de proyectos de investigación que garanticen las competencias promovidas en los numerales previos. Realice ejercicios de presentación pública y coevaluación orientada desde criterios explícitos de metaciencia.

Aunque esta labor parezca una hazaña inalcanzable creemos firmemente que modificaciones simples en el manejo metodológico de los espacios de formación contribuiría enormemente. Por ejemplo, si usted está interesado en abrir la discusión sobre el papel de la estadística en la toma de decisiones, un recurso muy útil es

[www.gapminder.org](http://www.gapminder.org)

página desarrollada por Hans Rosling, especializada en graficar big data global de manera comprensible, su recurso *Trendalyzer* permite articular hasta cinco variables simultáneas para observar tendencias a través del tiempo en todo el mundo. Cuenta con una sección de herramientas para docentes y diversidad de datos de distintas áreas de interés público.

También recomendamos lecturas orientadas al tema como Benjamin (2019) y Rosling (2018). Pueden realizar el test sobre el desarrollo global disponible en dicha página y advertir la necesidad de estar mejor informados y lo fácil que es estar equivocado si no se accede a los datos.

Si trabaja relaciones entre variables cuantitativas, exploren el concepto de relación espuria en ciencia y permítales comprender el significado del valor p. Para ello le recomendamos dos recursos:

<https://www.tylervigen.com/spurious-correlations>

página que identifica correlaciones espurias con valores altos de intensidad. Aquí podrá encontrar múltiples ejemplos de correlaciones sin fundamento teórico ya graficadas o generar otras propias en el recurso *Discover a correlation*.

También puede ejercitar la identificación de las correlaciones en diagramas de dispersión aquí:

<http://guessthecorrelation.com/>

con un simpático formato lúdico, permitirá a sus estudiantes pulir sus habilidades en la lectura de correlaciones y, a nuestro juicio, formar criterio para evitar caer en la trampa de los valores p como evidencia de significación teórica (Wagih, 2016).

Para terminar, nos permitimos reiterar nuestra invitación a los docentes a la exploración de nuevos recursos, nuestra época lo exige.

## Bibliografía

- American Psychological Association. (2012). *APA guidelines for the undergraduate psychology major: Version 2.0*. Recuperado de <http://www.apa.org/ed/precollege/undergrad/index.aspx>
- Baker, M. (2016). Is there a reproducibility crisis? *Nature*, 533, 452–454. doi:10.1038/533452a
- Benjamin, D. (2019). Errors in probabilistic reasoning and judgment biases. In D. Bernheim, S. DellaVigna, D. Laibson (Eds.), *Handbook of Behavioral Economics - Foundations and Applications 2* (pp. 69-186). Amsterdam: Elsevier.
- Cargas, S., Williams, S. & Rosenberg, M. (2017). An approach to teaching critical thinking across disciplines using performance tasks with a common rubric. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 24-37. doi:10.1016/j.tsc.2017.05.005
- Fanelli, D. (2018). Is science really facing a reproducibility crisis, and do we need it to? *PNAS*, 115(11), 2628-2631. doi:10.1073/pnas.1708272114
- Fidler, F. & Wilcox, J. (2018). Reproducibility of Scientific Results. In E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2018 Edition)*. Recuperado de <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/scientific-reproducibility/>

- Goodman, S. (2008). A Dirty Dozen: Twelve P-Value Misconceptions. *Seminars in Hematology*, 45, 135-150. doi:10.1053/j.seminhematol.2008.04.003
- Goss-Sampson, M. (2018). *Statistical Analysis in JASP: A Guide for Students*. Recuperado de <https://static.jasp-stats.org/Statistical%20Analysis%20in%20JASP%20-%20A%20Students%20Guide%20v1.0.pdf>
- Ioannidis, J. (2005). Why Most Published Research Findings are False. *PLoS Medicine*, 2(8), 696-701. doi:10.1371/journal.pmed.0020124.t001
- Ioannidis, J.; Fanelli, D.; Dunne, D. & Goodman, S. (2015). Meta-research: Evaluation and Improvement of Research Methods and Practices. *PLoS Biol* 13(10): e1002264. doi:10.1371/journal.pbio.1002264
- The jamovi project (2019). *jamovi (Version 0.9)* [Software]. Recuperado de <https://www.jamovi.org>
- JASP Team (2019). *JASP (Version 0.11.1)* [Software]. Recuperado de <https://jasp-stats.org>
- Larsson, K. (2017). Understanding and teaching critical thinking – A new approach. *International Journal of Educational Research*, 84, 32-42. doi:10.1016/j.ijer.2017.05.004
- Munafò, M., Nosek, B., Bishop, D., Button, K., Chambers, C., Percie, N., Simonsohn, U., . . . Ioannidis, J. (2017). A manifesto for reproducible science. *Nature Human Behavior*, 1: 0021. doi:10.1038/s41562-016-0021
- Navarro, D & Foxcroft, D. (2019). *learning statistics with jamovi: a tutorial for psychology students and other beginners. (Version 0.70)*. doi:10.24384/hgc3-7p15
- Neuroskeptic (2012). The Nine Circles of Scientific Hell. *Perspectives on Psychological Science*, 7(6) 643–644. doi:10.1177/1745691612459519
- Rosling, H. (2018). *Factfulness. Diez razones por las que estamos equivocados sobre el mundo. Y por qué las cosas están mejor de lo que piensas*. Barcelona: Deusto.
- Saltelli, A. & Funtowicz, S. (2017). What is science’s crisis really about? *Futures*, 91, 5-11. doi:10.1016/j.futures.2017.05.010
- Sánchez, J. y Vallejo, V. (en prensa). Habilidades de pensamiento crítico aplicadas al análisis de datos: recomendaciones de implementación curricular en psicología. En Asociación Colombiana de Facultades de Psicología - ASCOFAPSI (Ed.), *Desafíos en la formación en psicología: una mirada desde la región de Antioquia*. Bogotá
- Wagih, T. (2016). *Guess the Correlation* [Juego interactivo]. Cambridgeshire: European Bioinformatics Institute. Recuperado de <http://guessthecorrelation.com/>