

Juan Seguro

3Dresyns by Resyner Technologies S.L.

© 2026 Juan Seguro. Todos los derechos reservados.

Correspondencia: info@3Dresyns.com · www.3Dresyns.com

INF-011 · Inferencia Científica y Razonamiento Experimental · Versión v0.2

Resumen

La confianza científica suele aumentar cuando métodos, fuentes de datos o sistemas de medición distintos, con estructuras de error diferentes, respaldan la misma conclusión acotada. Esto es triangulación, no simple replicación ni promedio numérico de evidencias heterogéneas. El valor inferencial procede de la independencia parcial de las rutas: no debería esperarse que las debilidades de un método generen el mismo resultado en otro por la misma razón. Este artículo define la integración de evidencias como comparación estructurada de corrientes de evidencia no equivalentes. Distingue la triangulación de la sustitución por proxies, el metaanálisis y la medición repetida, e introduce una matriz de convergencia que registra qué mide cada método, sus supuestos principales, sus modos de fallo característicos y el componente de la afirmación que restringe. La convergencia puede reducir la plausibilidad de explicaciones ligadas a un artefacto específico de un método, mientras que el desacuerdo puede localizar supuestos ocultos o revelar que los métodos no apuntan a la misma magnitud. La integración es más fuerte cuando la heterogeneidad es diseñada y no accidental.

Palabras clave: triangulación; integración de evidencias; evidencia convergente; métodos complementarios; medición; inferencia causal

1. Más evidencia no equivale automáticamente a evidencia más independiente

Diez mediciones realizadas con el mismo instrumento y la misma canalización de preprocesamiento pueden aportar precisión sin mucha protección frente a un error sistemático compartido. La triangulación busca, en cambio, corrientes de evidencia con fuentes de sesgo diferentes y preferiblemente no relacionadas. Lawlor, Tilling y Davey Smith formalizaron esta lógica en epidemiología etiológica: la confianza causal puede reforzarse cuando enfoques distintos, cada uno con supuestos diferentes, apuntan hacia la misma conclusión [1]. Munafò y Davey Smith subrayan de forma similar que la investigación robusta se beneficia de múltiples líneas de evidencia y no solo de replicación [2].

2. La triangulación no es sustitución por proxies

Las mediciones diferentes solo son útiles si su relación con la afirmación objetivo es explícita. HEB-004 posee el fallo de proxy oculto en el que una medición cómoda se trata silenciosamente como la magnitud de interés. INF-011 pregunta, en cambio, cómo mediciones deliberadamente no equivalentes pueden restringir partes diferentes de la misma afirmación. Su no equivalencia es una ventaja solo cuando se especifica el mapeo entre cada medida y la afirmación.

3. Independencia de modos de fallo

La combinación más informativa no es necesariamente el par de métodos con resultados más similares. A menudo es el par cuyos sesgos surgen de mecanismos diferentes. Si, por ejemplo, la espectroscopia óptica y un ensayo gravimétrico coinciden, la integración es más fuerte cuando no se espera que un error de calibración óptica reproduzca un artefacto gravimétrico. Por el contrario, dos instrumentos que utilizan el mismo material de referencia, algoritmo de preprocesamiento o ruta de muestreo pueden compartir una dependencia oculta.

4. Matriz de convergencia

- Para cada corriente de evidencia, indique el mensurando u observable inmediato.
- Indique qué componente de la afirmación científica restringe.
- Enumere sus supuestos principales y modos de fallo dominantes.
- Identifique dependencias compartidas con otras corrientes: especímenes, calibración, preprocesamiento, modelo, operador o proceso de selección.
- Prediga qué patrón de desacuerdo se esperaría si una corriente estuviera sesgada.
- Interprete la convergencia solo después de hacer explícitas esas relaciones.

5. Acuerdo y desacuerdo

El acuerdo entre rutas genuinamente diferentes puede debilitar explicaciones basadas en un artefacto específico de una sola ruta. No demuestra que todas las rutas sean válidas ni que la explicación preferida sea única. El desacuerdo no es automáticamente un fallo; puede revelar dependencia de escala, desajuste temporal, estimandos distintos, poblaciones heterogéneas o un supuesto violado. La primera respuesta al desacuerdo debería ser, por tanto, determinar si realmente se esperaba que los métodos estimaran el mismo componente de la afirmación.

6. Relación con la inferencia causal

En investigación causal, pueden triangularse estrategias de identificación diferentes cuando sus sesgos son plausiblemente distintos. Experimentos aleatorizados, experimentos naturales, controles negativos, análisis con variables instrumentales y ajuste longitudinal no se vuelven intercambiables. Su valor reside en preguntar si una conclusión causal

común sobrevive a rutas con perfiles de vulnerabilidad diferentes [1]. La afirmación causal sigue requiriendo que se declaren los supuestos de cada diseño [3].

7. Relación con la replicación y el metaanálisis

La replicación repite o reproduce estrechamente una ruta evidencial para comprobar reproducibilidad. El metaanálisis combina estadísticamente estimaciones bajo un modelo de comparabilidad y heterogeneidad. La triangulación puede utilizar evidencia replicada o metaanalítica, pero tiene un objetivo distinto: comparar rutas que observan el problema de formas diferentes. El agrupamiento numérico no es necesario ni siempre apropiado.

8. Reporte mínimo

- Nombre cada corriente de evidencia y su mensurando inmediato.
- Indique qué supuestos se comparten y cuáles son específicos del método.
- Explique por qué se espera que las corrientes restrinjan la misma afirmación.
- No cuente mediciones repetidas de una sola ruta como triangulación independiente.
- Informe los desacuerdos e investigue si reflejan sesgo, heterogeneidad u objetivos diferentes.
- Evite una afirmación genérica de “múltiples métodos coinciden” sin un análisis de modos de fallo.

Referencias

[1] Lawlor, D.A.; Tilling, K.; Davey Smith, G. Triangulation in aetiological epidemiology. *International Journal of Epidemiology* 45(6), 1866-1886 (2016). DOI: 10.1093/ije/dyw314.

[2] Munafò, M.R.; Davey Smith, G. Robust research needs many lines of evidence. *Nature* 553, 399-401 (2018). DOI: 10.1038/d41586-018-01023-3.

[3] Hernán, M.A.; Robins, J.M. *Causal Inference: What If*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2020. DOI: 10.1201/9781315374932.

Declaración de datos y materiales

No se generó ningún conjunto de datos experimental nuevo para este artículo. El artículo es un análisis metodológico basado en la bibliografía citada y en la arquitectura de atribución de contenidos congelada de la serie INF.