

Juan Seguro

3Dresyns by Resyner Technologies S.L.

© 2026 Juan Seguro. Todos los derechos reservados.

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

INF-001 · Inferencia Científica y Razonamiento Experimental · Versión v0.2

Resumen

Un resultado científico solo es interpretable en relación con la afirmación que pretende respaldar. La descripción, la predicción, la estimación de efectos causales y la explicación mecanística responden a preguntas distintas y, por tanto, requieren evidencias diferentes. Confundirlas genera errores de categoría: un predictor preciso puede carecer de significado causal; una intervención causal puede establecer un efecto sin identificar su mecanismo; una narración mecanística puede seguir siendo débil si no genera predicciones discriminantes; y una estimación descriptiva puede ser válida sin respaldar la extrapolación más allá de su población objetivo. Este artículo define una disciplina de inferencia científica centrada primero en la afirmación. Propone que todo análisis comience declarando la clase de afirmación, la población o sistema objetivo, el contraste o resultado de interés, el alcance temporal y espacial y el estándar de evidencia requerido. A continuación relaciona tipos habituales de evidencia con las afirmaciones que pueden y no pueden sustentar. La regla central es no compensatoria: una estadística más sólida no puede sustituir a una evidencia del tipo equivocado. El artículo proporciona la taxonomía de afirmaciones utilizada por la serie INF y establece los límites para los artículos posteriores sobre estructura causal, explicaciones rivales, fuerza de la evidencia, experimentos discriminantes, incertidumbre, robustez y generalización.

Palabras clave: afirmaciones científicas; descripción; predicción; causalidad; mecanismo; evidencia; inferencia; modelo; validación

1. Por qué la afirmación debe formularse antes del análisis

Los flujos de trabajo científicos suelen comenzar con los datos disponibles o con un método estadístico conocido. Ese orden resulta cómodo, pero es peligroso desde el punto de vista inferencial. Los mismos datos pueden respaldar una estimación descriptiva, un modelo predictivo, un análisis causal o una hipótesis mecanística solo bajo supuestos diferentes. Shmueli distinguió la modelización explicativa de la predictiva y mostró que los objetivos predictivos y explicativos conducen a elecciones de modelización distintas [1]. La inferencia causal añade otro requisito: los efectos causales se refieren a intervenciones o contrastes hipotéticos y no pueden leerse directamente de una asociación sin supuestos de identificación [2,3]. Las afirmaciones mecanísticas imponen todavía otra carga, porque un mecanismo se refiere al proceso o estructura que produce un resultado, no solo a la existencia de un efecto [4].

Por ello, INF adopta una regla de “primero la afirmación”: definir qué se está afirmando antes de decidir si la evidencia es adecuada. Un método puede ser técnicamente correcto y, aun así, responder a la pregunta científica equivocada.

2. Cuatro clases de afirmaciones

- **Afirmación descriptiva:** establece qué se observó o midió en una población, muestra, conjunto de especímenes, condición o intervalo temporal definidos. Sus amenazas principales se refieren a la medición, el muestreo, los datos faltantes y la representación de la magnitud objetivo.
- **Afirmación predictiva:** establece que un modelo o procedimiento puede predecir un resultado en condiciones especificadas. Requiere evaluar el rendimiento con datos no utilizados para ajustar o elegir el modelo, o un diseño de validación honestamente equivalente. La predicción por sí sola no establece causalidad ni mecanismo.
- **Afirmación causal:** establece el efecto de cambiar una exposición, tratamiento o intervención respecto de una alternativa definida. Requiere un contraste causal objetivo y supuestos o características de diseño suficientes para identificarlo.
- **Afirmación mecanística:** establece algo sobre el proceso o estructura mediante el que se produce un resultado. Requiere evidencia capaz de distinguir ese mecanismo de alternativas plausibles, no solo correlación, predicción o respuesta a una intervención.

3. La evidencia depende de la afirmación

La evidencia no es intrínsecamente “causal”, “mecanística” o “predictiva”. Su relevancia depende del vínculo inferencial con la afirmación formulada. La aleatorización puede reforzar la identificación causal para un contraste de intervención definido, pero no identifica automáticamente los mecanismos mediadores. La predicción fuera de muestra puede demostrar capacidad predictiva dentro de un dominio de validación dejando sin resolver la dirección causal. Una observación de alta resolución puede describir una estructura temporal o espacial y seguir siendo compatible con varios mecanismos.

Afirmación	Evidencia que puede incidir directamente sobre ella	Lo que esa evidencia no establece automáticamente
Descriptiva	Medición y muestreo cualificados para	Causa, mecanismo o predicción fuera

	un objetivo declarado	del dominio observado
Predictiva	Rendimiento predictivo honesto fuera de muestra o prospectivo	Efecto causal o mecanismo verdadero
Causal	Aleatorización o identificación observacional bajo supuestos causales explícitos	Unicidad mecanística o validez externa más allá del contraste objetivo
Mecanística	Mecanismos rivales más predicciones/intervenciones discriminantes	Funcionamiento universal de ese mecanismo en contextos no ensayados

4. Afirmaciones mixtas y aumento de la carga de evidencia

Los estudios reales formulan con frecuencia afirmaciones anidadas. Una secuencia puede comenzar con una diferencia descriptiva, continuar con una predicción, sugerir después una causa y, por último, proponer un mecanismo. La carga de evidencia cambia en cada transición y, para las afirmaciones causales y mecanísticas, añade requisitos que la evidencia anterior no satisface. La evidencia adecuada para un nivel previo no es inválida; simplemente es insuficiente para la afirmación más fuerte. Esta distinción evita dos errores opuestos: descartar trabajo descriptivo o predictivo útil porque no es causal, y elevar el éxito descriptivo o predictivo a certeza causal o mecanística.

5. Objetivo, contraste y alcance de la afirmación

Una afirmación está incompleta sin un objetivo. Las afirmaciones descriptivas necesitan una población objetivo o dominio de especímenes. Las predictivas necesitan una distribución de despliegue y una definición del resultado. Las causales necesitan un contraste de intervención o exposición y una población objetivo. Las mecanísticas necesitan un estado del sistema definido y descripciones de procesos competidores. El horizonte temporal, la escala y las condiciones de operación forman parte de la afirmación, no son metadatos opcionales. INF-012 aborda después, de forma separada, el problema de generalizar desde las condiciones estudiadas a otro objetivo.

6. Errores de categoría frecuentes

- Tratar una asociación estadísticamente significativa como un efecto causal.
- Tratar la precisión predictiva como evidencia de que las variables predictoras son causales.
- Tratar un efecto causal como prueba de un mecanismo único.
- Tratar la bondad de ajuste como identificación mecanística.
- Tratar una replicación satisfactoria en un dominio como prueba de transporte a otro.
- Tratar un resultado nulo o no detectado como evidencia de ausencia sin considerar la capacidad de la prueba.

La interpretación errónea de los valores p y de los intervalos de confianza es lo bastante frecuente como para que el lenguaje de significación no deba utilizarse como atajo para expresar fuerza de la evidencia [5]. La disciplina de "primero la afirmación" separa la pregunta científica del resumen estadístico empleado dentro de un marco inferencial concreto.

7. Atribución de contenidos dentro de INF

INF-001 posee únicamente la taxonomía de afirmaciones. INF-002 posee los roles de las variables causales y la identificación; INF-003 posee selección, datos faltantes y supervivencia; INF-004 posee explicaciones rivales e identificabilidad; INF-005 posee la fuerza de la evidencia; INF-006 posee el conocimiento previo y las tasas base; INF-007 posee los experimentos discriminantes; INF-008 posee la incertidumbre estructural frente a la paramétrica; INF-009 e INF-010 poseen la robustez y la multiplicidad analítica; INF-011 posee la integración de evidencias; e INF-012 posee la transferencia a un objetivo. INF-001 define, por tanto, la pregunta que responden esos artículos posteriores, pero no absorbe sus métodos.

8. Lista operativa: primero la afirmación

- Indique la clase de afirmación.
- Defina la población o sistema objetivo y el tiempo/escala pertinentes.
- Para las afirmaciones causales, defina el contraste de intervención o exposición.
- Para las afirmaciones predictivas, defina el dominio de despliegue y el diseño de validación.
- Para las afirmaciones mecanísticas, formule al menos un mecanismo rival creíble.
- Especifique qué evidencia contaría en contra de la afirmación.
- Indique explícitamente qué no establece la evidencia disponible.

Referencias

- [1] Shmueli, G. To Explain or to Predict? *Statistical Science* 25(3), 289-310 (2010). DOI: 10.1214/10-STS330.
- [2] Pearl, J. *Causality: Models, Reasoning, and Inference*. 2nd ed. Cambridge University Press, 2009. DOI: 10.1017/CBO9780511803161.
- [3] Hernán, M.A.; Robins, J.M. *Causal Inference: What If*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2020. DOI: 10.1201/9781315374932.

[4] VanderWeele, T.J. Mediation and Mechanism. *European Journal of Epidemiology* 24(5), 217-224 (2009). DOI: 10.1007/s10654-009-9331-1.

[5] Greenland, S.; Senn, S.J.; Rothman, K.J.; Carlin, J.B.; Poole, C.; Goodman, S.N.; Altman, D.G. Statistical Tests, P Values, Confidence Intervals, and Power: A Guide to Misinterpretations. *European Journal of Epidemiology* 31, 337-350 (2016). DOI: 10.1007/s10654-016-0149-3.

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.