

Juan Seguro

3Dresyns by Resyner Technologies S.L.

© 2026 Juan Seguro. Todos los derechos reservados.

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

INF-000 · Inferencia Científica y Razonamiento Experimental · Versión v0.2

Resumen

Las conclusiones científicas no están determinadas únicamente por los datos. La fuerza evidencial de una observación depende de la afirmación que se formula, del proceso que generó y seleccionó los datos, de la estructura causal o mecanística supuesta, de las explicaciones rivales aún compatibles con las observaciones, de la capacidad de las pruebas discriminantes propuestas, de la incertidumbre asociada tanto a los parámetros como a la estructura del modelo, de la robustez de la conclusión frente a elecciones analíticas defendibles y de la validez de cualquier transferencia desde las condiciones estudiadas al objetivo pretendido. Este artículo establece el alcance y la arquitectura de la serie Inferencia Científica y Razonamiento Experimental (INF). INF es una serie metodológica constructiva centrada en la lógica mediante la cual la evidencia respalda una afirmación científica justificada. No es un catálogo de modos de fallo experimental ni un curso general de estadística o filosofía de la ciencia. La serie se organiza alrededor de una secuencia canónica: primero definir el tipo de afirmación; después identificar la evidencia admisible; especificar explicaciones competidoras; buscar evidencia discriminante; caracterizar incertidumbre y robustez; y solo entonces formular la conclusión justificada por la evidencia. INF-000 define la terminología, las fronteras de atribución de contenidos y el mapa de artículos de INF-001 a INF-013. El desarrollo sustantivo de cada problema inferencial permanece en su artículo propietario.

Palabras clave: inferencia científica; razonamiento experimental; inferencia causal; identificabilidad; explicaciones rivales; evidencia; incertidumbre; robustez; multiplicidad analítica; triangulación; generalización; transportabilidad

1. Propósito y alcance

El propósito de INF es hacer explícita la estructura inferencial situada entre una observación y una afirmación científica. Una medición puede ser precisa sin identificar un mecanismo; una asociación puede ser reproducible sin ser causal; un modelo puede ajustarse a los datos observados y seguir sin ser único; un resultado puede ser estadísticamente estable y depender de una ruta analítica seleccionada; y una conclusión válida en una población de estudio puede fallar al transportarse a otro objetivo. No son variaciones de un único problema. Son preguntas inferenciales distintas que requieren evidencias diferentes.

INF plantea, por tanto, una pregunta central: ¿cómo debe justificarse una afirmación científica cuando las observaciones son incompletas, indirectas, dependientes del modelo, seleccionadas, inciertas o compatibles con más de una explicación? La serie trata la validez de la medición y la validez experimental como requisitos previos y se concentra después en la organización de la evidencia desde la definición de la afirmación hasta la conclusión justificada.

La arquitectura es deliberadamente finita para esta fase. INF-000 define la serie; INF-001 a INF-012 poseen problemas inferenciales distintos; INF-013 es la síntesis y se redacta en último lugar. Un futuro INF-014 o posterior requeriría demostrar una laguna a nivel de arquitectura y no solo proximidad temática.

2. La cadena canónica de inferencia

La serie utiliza la siguiente secuencia canónica, expresada en palabras y no como una canalización determinista: definir el tipo de afirmación; determinar qué evidencia es admisible para esa afirmación; identificar explicaciones o modelos competidores; obtener evidencia capaz de discriminar entre esas alternativas; caracterizar la incertidumbre estructural y paramétrica y probar la robustez frente a supuestos y especificaciones defendibles; y, por último, formular la conclusión que la evidencia realmente justifica.

El orden importa porque las operaciones posteriores no pueden reparar un error de categoría anterior. Ningún refinamiento estadístico convierte una asociación descriptiva en un efecto causal sin supuestos causales y diseño. Ningún estadístico de bondad de ajuste hace que un modelo sea mecanísticamente único cuando estructuras rivales siguen siendo compatibles con las observaciones. Ningún análisis de robustez rescata una conclusión si todas las especificaciones analizadas comparten el mismo supuesto falso. A la inversa, una conclusión puede seguir estando justificada incluso con incertidumbre sustancial, siempre que la afirmación sea correspondientemente estrecha y la incertidumbre se haga explícita.

3. Clases de afirmaciones

INF-001 desarrolla en detalle la taxonomía de afirmaciones. INF-000 utiliza cuatro clases amplias porque la evidencia requerida para una clase no puede sustituirse automáticamente por la de otra:

- Las afirmaciones descriptivas se refieren a lo observado o medido en una población, conjunto de especímenes, condición o intervalo temporal definidos.

- Las afirmaciones predictivas se refieren a la capacidad de un modelo o procedimiento para predecir resultados bajo condiciones especificadas, incluida una evaluación explícita fuera de los datos utilizados para ajustar o elegir el modelo.
- Las afirmaciones causales se refieren al efecto de una intervención, exposición o cambio, y requieren un contraste causal objetivo y supuestos o características de diseño suficientes para identificarlo.
- Las afirmaciones mecanísticas se refieren al proceso o estructura que produce un resultado; el éxito predictivo o la estimación de un efecto causal por sí solos no tienen por qué identificar ese mecanismo.

Estas clases pueden coexistir en una misma investigación, pero no deben colapsarse. Un modelo puede predecir bien sin representar el mecanismo verdadero; una intervención puede establecer que un factor cambia un resultado sin identificar todos los mecanismos intermedios; un modelo mecanístico puede explicar el comportamiento observado y seguir necesitando validación independiente de sus predicciones cuantitativas.

4. Terminología obligatoria

INF utiliza términos científicos ordinarios de forma deliberadamente no intercambiable. Observación, magnitud medida o mensurando, datos, modelo, hipótesis, mecanismo, predicción, explicación, afirmación, evidencia, incertidumbre e inferencia deben distinguirse siempre que esa distinción afecte a lo que puede concluirse.

Término	Definición operativa en INF
Confusor	Bajo una estructura causal especificada, variable que es causa común de la exposición o intervención y del resultado, o que se encuentra de otro modo en una vía no causal abierta entre ambos que debe bloquearse para el contraste causal objetivo. Una variable no es confusora solo porque el ajuste cambie una estimación.
Modificador de efecto	Variable entre cuyos niveles difiere la magnitud o forma de un efecto objetivo. La modificación de efecto es una propiedad de un contraste de efecto definido y un contexto objetivo; no es sinónimo de confusión.
Colisionador	Variable que es efecto común de dos o más variables en una vía especificada. Condicionar por un colisionador, o por su descendiente, puede abrir una asociación no causal; el estatus de colisionador depende de la vía y del grafo y no es una etiqueta intrínseca de la variable.
Identificabilidad	Si una magnitud causal, estadística o mecanística objetivo queda determinada de forma única por el modelo, los supuestos y la distribución observable idealizada declarados. La identificabilidad práctica se refiere a si datos finitos y ruidosos pueden estimar un objetivo identificable con precisión útil.
Generalización / transportabilidad	La generalización se refiere a extender una inferencia desde una muestra de estudio a una población objetivo extraída del mismo entorno subyacente; la transportabilidad se refiere a extenderla entre entornos o poblaciones cuya estructura causal o distributiva pertinente puede diferir. Ambas requieren un objetivo explícito y supuestos sobre qué permanece invariante y qué puede cambiar.

5. Arquitectura de evidencia

Cada artículo sustantivo de INF desarrolla una parte de una disciplina que exige que un análisis declare explícitamente siete cosas: el tipo de afirmación que se evalúa; la evidencia pertinente para esa afirmación; la explicación o modelo alternativo que sigue activo; la observación o intervención que discriminaría entre alternativas; qué incertidumbre es paramétrica y cuál estructural; de qué supuestos depende la conclusión; y qué no establece la evidencia.

Este requisito es deliberadamente más estricto que la densidad de citas. Una referencia respalda únicamente la frase o cláusula que realmente aborda. Una bibliografía extensa no puede compensar una inferencia sin respaldo. Las afirmaciones metodológicas generales deben anclarse en la bibliografía metodológica amplia y no sostenerse solo con el propio corpus del autor. Cuando existan interpretaciones competidoras materiales, las alternativas creíbles deben formar parte del conjunto de fuentes.

También es importante distinguir entre evidencia y umbral de decisión. Un valor p , un intervalo de confianza, un factor de Bayes, una razón de verosimilitud, una probabilidad posterior, un error de predicción o una puntuación de selección de modelo pueden aportar información bajo un marco inferencial especificado; ninguno sustituye universalmente a la definición de la afirmación científica y de los supuestos que conectan el estadístico con esa afirmación. Las interpretaciones erróneas de las pruebas de significación y de los intervalos están bien documentadas [8], mientras que las elecciones flexibles de análisis pueden cambiar materialmente el respaldo aparente [4-6].

6. Explicaciones rivales y evidencia discriminante

La inferencia científica es más informativa cuando las alternativas se formulan con suficiente fuerza para que distintas observaciones cuenten de modo diferente contra ellas. La formulación de inferencia fuerte de Platt enfatizó hipótesis alternativas explícitas y experimentos capaces de excluir alternativas [9]. Los marcos causales y estadísticos modernos hacen más preciso el mismo requisito en dominios diferentes: el objetivo debe ser identificable bajo un modelo y unos supuestos declarados, y la prueba propuesta debe tener capacidad para distinguir las alternativas que se invoca para separar [1-3].

INF no trata la falsación como una regla universal de un solo paso. Los supuestos auxiliares, la capacidad de medición, la mala especificación del modelo y una severidad limitada de la prueba pueden volver ambiguo un fallo aparente. INF-004 posee por ello las explicaciones rivales y la identificabilidad, mientras que INF-007 posee el diseño de experimentos discriminantes y pruebas severas operativas. INF-008 posee después la cualificación de la conclusión cuando más de una estructura permanece activa.

7. Robustez, multiplicidad e integración de evidencias

La robustez y la multiplicidad analítica están relacionadas, pero no son idénticas. INF-009 pregunta si una conclusión sobrevive a un conjunto declarado de alternativas defendibles en supuestos, modelos, preprocesamiento y especificaciones. Los enfoques multiverso y de curva de especificaciones son ejemplos de procedimientos que muestran cómo varían las conclusiones entre elecciones analíticas razonables [5,6]. El acuerdo entre variantes solo es informativo en la medida en que las variantes no compartan todas el mismo supuesto falso material.

INF-010 posee, en cambio, la selección no declarada o no planificada entre caminos analíticos: grados de libertad del investigador, pruebas múltiples, parada flexible y caminos ramificados. Estos procesos pueden inflar el respaldo aparente cuando solo se informan caminos favorables [4]. El preregistro y los planes de análisis transparentes pueden reducir algunas formas de esa flexibilidad, pero por sí mismos no establecen que el modelo científico o el sistema de medición sean válidos.

INF-011 aborda un problema diferente: la integración de evidencia heterogénea. La convergencia entre mediciones puede reforzar una inferencia cuando las corrientes de evidencia dependen de supuestos y modos de fallo diferentes. La convergencia aparente es más débil cuando mediciones supuestamente independientes comparten la misma calibración, mecanismo de selección, supuesto de modelo o fuente de datos.

8. Generalización y objetivo de la inferencia

Una afirmación justificada debe especificar dónde se pretende que sea válida. La validez interna de un estudio no proporciona automáticamente validez externa para otra población, escala, entorno o condición operativa. INF-012 posee el objetivo explícito, la modificación de efecto, la generalización y la transportabilidad. La metodología contemporánea distingue la extensión desde una muestra de estudio a una población objetivo del mismo entorno subyacente del transporte entre entornos cuyas estructuras pertinentes pueden diferir [7]. La carga inferencial incluye, por tanto, declarar qué relaciones se suponen invariantes y cuáles pueden cambiar.

9. Mapa de la serie y atribución de contenidos

Código	Título	Atribución principal
INF-000	Inferencia Científica y Razonamiento Experimental: Índice maestro y alcance	Arquitectura de la serie, terminología, clases de afirmaciones, fronteras y mapa de artículos.
INF-001	La afirmación va primero: las afirmaciones descriptivas, causales, mecanísticas y predictivas requieren evidencias diferentes	Taxonomía de afirmaciones y adecuación de la evidencia según el tipo de afirmación.
INF-002	Estructura causal: confusores, colisionadores, mediadores y qué aporta la intervención	Roles causales, lógica de identificación, evidencia observacional frente a interventional y distorsión de las estimaciones de efecto por error de medición.
INF-003	Qué datos llegaron a la inferencia: selección, datos faltantes, supervivencia y sesgo de colisionador	Selección hacia el conjunto de datos analizado, incluidos datos faltantes, supervivencia y selección sobre un colisionador.
INF-004	Explicaciones rivales: identificabilidad, infradeterminación e hipótesis auxiliares	Qué estructuras rivales permanecen activas y qué evidencia las separaría.
INF-005	Fuerza de la evidencia: verosimilitud y cuánto debería cambiar un resultado una creencia	Peso evidencial entre afirmaciones o hipótesis sin reducir la inferencia a significación binaria.
INF-006	Conocimiento previo y tasas base: restricción necesaria o sesgo oculto	Conocimiento de fondo, tasas base y restricciones previas en la inferencia.
INF-007	Experimentos discriminantes: pruebas severas y falsación operativa	Mediciones o intervenciones cuyos posibles resultados difieren bajo explicaciones rivales.
INF-008	Incertidumbre estructural frente a paramétrica	Cualificación de conclusiones mientras permanecen activas

		múltiples estructuras; distinción respecto de la incertidumbre paramétrica dentro de una estructura.
INF-009	Robustez de las conclusiones: sensibilidad a supuestos, modelos y especificaciones	Análisis declarados de robustez entre variantes defendibles, incluidos enfoques multiverso y de curva de especificaciones.
INF-010	Multiplicidad analítica: muchos caminos a partir de los mismos datos	Caminos ramificados, grados de libertad del investigador, pruebas múltiples, parada flexible y análisis selectivo.
INF-011	Integración de evidencias: triangulación entre mediciones que observan cosas diferentes	Integración de evidencia heterogénea y dependencia entre corrientes de evidencia.
INF-012	Generalización: de las condiciones estudiadas al objetivo	Validez externa, generalización, transportabilidad y modificación de efecto.
INF-013	De la observación a una afirmación justificada: síntesis de inferencia científica y razonamiento experimental	Síntesis final que conecta toda la arquitectura desde la evidencia hasta la afirmación; redactada en último lugar.

10. Fronteras con series existentes

10.1 Presupuesto Oculto de Error (HEB)

HEB es diagnóstica: identifica formas en que un conocimiento experimental aparentemente válido puede fallar porque se gestionaron mal la medición, la referencia, el observador, la replicación, la corrección, la interacción, el tiempo, la escala, el modelo, la clasificación o la transferencia. INF es constructiva: comienza una vez que la validez de la medición y la validez experimental se tratan como requisitos previos y pregunta cómo debe organizarse la evidencia para respaldar una afirmación. HEB-016 permanece como síntesis y cierre de HEB; INF no reabre ese catálogo con nombres nuevos.

10.2 Formas de Conocer (KNO)

KNO-012 a KNO-016 poseen tratamientos amplios y accesibles de experimentos, modelos, causalidad, incertidumbre y construcción de evidencia. INF opera a un nivel metodológico más formal. Puede analizar identificabilidad, roles de variables causales, fuerza evidencial, pruebas discriminantes, incertidumbre estructural, robustez, multiplicidad y transportabilidad, pero no sustituye la función explicativa o histórica de KNO.

10.3 Ideas Fundamentales (IDE)

IDE posee conceptos fundamentales como causalidad, probabilidad, medición, modelo e incertidumbre en cuanto conceptos. INF utiliza esos conceptos operacionalmente dentro de una arquitectura inferencial y no redefine su significado filosófico o científico general.

10.4 Engineering Review ER-184

ER-184 posee la inferencia diagnóstica aplicada específicamente a la fotopolimerización en cuba (VPP), incluidos mecanismos competidores de defectos y mediciones discriminantes en un contexto de análisis de fallos de VPP. INF-004 e INF-007 poseen únicamente la lógica general, independiente de disciplina, de las explicaciones rivales y las pruebas discriminantes. INF no debe reproducir ramas diagnósticas específicas de VPP, umbrales de proceso ni mapeos de fallos de ingeniería.

11. Qué constituye una afirmación justificada en INF

INF no define una afirmación justificada como una afirmación cierta, estadísticamente significativa, ampliamente aceptada, compatible con un único modelo ajustado o respaldada por un gran número de citas. Una afirmación está justificada en la medida en que su tipo es explícito, la evidencia es pertinente para ese tipo, las alternativas materiales se han representado con equidad, la estructura de selección de datos y causal se entiende lo suficiente para la inferencia objetivo, la evidencia discriminante tiene capacidad adecuada, la incertidumbre estructural y paramétrica no se confunden, se informa la sensibilidad a supuestos defendibles, no se oculta la flexibilidad analítica, las corrientes de evidencia se integran haciendo visibles sus dependencias y cualquier paso desde las condiciones estudiadas a un objetivo se justifica por separado.

El punto final permitido no es, por tanto, siempre una explicación única. Una conclusión científicamente adecuada puede ser que se retenga una explicación, que varias sigan siendo compatibles con la evidencia, que una o más alternativas queden excluidas bajo supuestos declarados, que una estimación cuantitativa sea demasiado incierta para la afirmación pretendida o que la evidencia disponible sea insuficiente. Preservar estas distinciones es la disciplina central de la serie INF.

Referencias

- [1] Pearl, J. Causality: Models, Reasoning, and Inference. 2nd ed. Cambridge University Press, 2009. DOI: 10.1017/CBO9780511803161.
- [2] Hernán, M.A.; Robins, J.M. Causal Inference: What If. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2020. DOI: 10.1201/9781315374932.
- [3] Mayo, D.G. Statistical Inference as Severe Testing: How to Get Beyond the Statistics Wars. Cambridge University Press, 2018. DOI: 10.1017/9781107286184.
- [4] Simmons, J.P.; Nelson, L.D.; Simonsohn, U. False-Positive Psychology: Undisclosed Flexibility in Data Collection and Analysis Allows Presenting Anything as Significant. Psychological Science 22(11), 1359-1366 (2011). DOI: 10.1177/0956797611417632.
- [5] Steegen, S.; Tuerlinckx, F.; Gelman, A.; Vanpaemel, W. Increasing Transparency Through a Multiverse Analysis. Perspectives on Psychological Science 11(5), 702-712 (2016). DOI: 10.1177/1745691616658637.
- [6] Simonsohn, U.; Simmons, J.P.; Nelson, L.D. Specification curve analysis. Nature Human Behaviour 4, 1208-1214 (2020). DOI: 10.1038/s41562-020-0912-z.
- [7] Degtiar, I.; Rose, S. A Review of Generalizability and Transportability. Annual Review of Statistics and Its Application 10, 501-524 (2023). DOI: 10.1146/annurev-statistics-042522-103837.
- [8] 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.
- [9] Platt, J.R. Strong Inference. Science 146(3642), 347-353 (1964). DOI: 10.1126/science.146.3642.347.

Declaración de datos y materiales

No se generó ningún conjunto de datos experimental nuevo para INF-000. El artículo define la arquitectura y el alcance de la serie INF y se apoya en la bibliografía metodológica citada junto con las fronteras controladas de atribución de contenidos del corpus de publicaciones existente de 3Dresyns.