

Síntesis de la serie Hidden Error Budget: de la medición a la inferencia y la transferencia

Juan Segurola

3Dresyns by Resyner Technologies S.L.

© 2026 Juan Segurola. Todos los derechos reservados.

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

HEB-016 · Artículo técnico independiente · Versión v0.4

DOI: 10.5281/zenodo.22915548

Resumen

La serie Hidden Error Budget examina un patrón científico recurrente: un experimento puede ser técnicamente sofisticado y, sin embargo, fallar porque un supuesto no examinado se encuentra entre el sistema físico y la conclusión. A lo largo de la serie, esos supuestos aparecen en diferentes puntos de la cadena de evidencia: el mensurando equivocado puede medirse con precisión; una referencia puede ser correcta pero no corresponder a la muestra, al momento o al estado del sistema; un observador puede convertirse en parte del aparato; un no detectado puede tratarse como cero; lecturas repetidas pueden confundirse con experimentos independientes; la corrección puede crear confianza aparente; las interacciones pueden permanecer invisibles para diseños de un factor cada vez; el tiempo y la escala pueden cambiar el régimen físico; un modelo ajustado puede elevarse a mecanismo; una categoría puede ocultar continuidad; y un procedimiento escrito puede no transferir el estado que importaba. Esta síntesis integra esos modos de fallo en una única arquitectura para el razonamiento experimental. Su proposición central es que la fiabilidad científica depende de la integridad de la cadena completa desde el estado físico hasta la medición, transformación, inferencia y transferencia.

Palabras clave: sistema de medición; inferencia; incertidumbre; proxy; referencia; observador; límite de detección; replicación; corrección; interacción; tiempo; escala; modelo; clasificación; transferencia

1. Propósito y posición en la serie

HEB-016 es el artículo de síntesis de la serie Hidden Error Budget. No introduce una nueva categoría de fallo oculto ni sustituye los artículos HEB individuales. Su propósito es mostrar cómo se conectan los componentes de la serie y donde debilidades aparentemente independientes pueden reforzarse mutuamente. La síntesis trata, por tanto, HEB-001 a HEB-015 como capas metodológicas vinculadas y no como listas de comprobación aisladas.

2. La cadena de evidencia

Una cadena genérica útil va desde el sistema físico, pasando por la definición del mensurando, la referencia y el observador, la capacidad de detección, la replicación, el tratamiento de datos y el modelo, hasta la conclusión y la transferencia [2]. Un fallo en un eslabón temprano puede sobrevivir a todas las capas posteriores de sofisticación. El análisis estadístico puede ser correcto sobre datos que responden a la pregunta equivocada; un modelo elegante puede ajustar una respuesta sesgada; un protocolo perfectamente reproducido puede reproducir el mismo error oculto.

3. Fallos de medición y representación: HEB-001 a HEB-005

HEB-001 define el sistema de medición completo y el presupuesto oculto de error [1]. HEB-002 examina límites ocultos introducidos por la representación y el razonamiento visual, mientras HEB-003 sigue el problema relacionado desde la estructura molecular hasta la predicción científica [5,6]. HEB-004 aísla la sustitución por proxy: medir una magnitud relacionada y elevarla silenciosamente al objetivo pretendido [7]. HEB-005 trata blancos, patrones, controles y calibraciones como componentes activos de la medición y no como garantías externas [8]. En conjunto, HEB-001 a HEB-005 establecen que la validez comienza antes del análisis de datos.

4. Límites humanos y de observabilidad: HEB-006 y HEB-007

HEB-006 sitúa al observador dentro del sistema de medición cuando el juicio, la expectativa o los puntos finales subjetivos influyen en el resultado [9]. HEB-007 coloca una frontera alrededor de lo que el método podía ver en absoluto [10]. Estos artículos definen dos límites diferentes: quien o qué realizó la discriminación y qué región del estado físico era observable.

5. Estructura de la información: HEB-008, HEB-009 y HEB-010

HEB-008 pregunta que observaciones son genuinamente independientes [11]. HEB-009 pregunta que información sobrevive a la corrección y al preprocesado [12]. HEB-010 pregunta si el diseño hizo estimables las interacciones [13]. Son cuestiones estructurales sobre contenido de información. Ninguna puede repararse a posteriori si el experimento no genero los contrastes o unidades independientes que faltaban.

6. Dependencia del estado: HEB-011 y HEB-012

HEB-011 muestra que el estado presente puede depender de la historia [14]; HEB-012 muestra que el peso de los mecanismos puede depender de la escala [15]. Ambos rechazan la suposición de que los ajustes nominales definen un estado transferible. El tiempo y la geometría pueden ser coordenadas ocultas del experimento incluso cuando están ausentes de la tabla de datos.

7. Compresión inferencial: HEB-013 y HEB-014

HEB-013 separa ajuste, predicción, mecanismo y óptimo [16]. HEB-014 separa categorías operativas de continuos y estados multidimensionales subyacentes [17]. Ambos se ocupan de la compresión: un modelo comprime observaciones en parámetros; una categoría comprime variables en etiquetas. La compresión solo es útil cuando la información perdida no importa para la afirmación.

8. Transferencia: HEB-015

HEB-015 cierra la cadena preguntando si el estado que sustentaba la conclusión original puede recrearse en otro lugar [18]. Un protocolo es información documental; la transferencia es un logro físico. La distinción devuelve la serie a la idea central de HEB-001 de que el sistema de medición es mayor que el instrumento.

9. Los modos de fallo interactúan

Los temas HEB no son cajas independientes. Un proxy puede estar cerca de un límite de detección; su referencia puede derivar; lecturas técnicas repetidas pueden contarse erróneamente como replicación; el suavizado puede ocultar la deriva; un modelo ajustado puede localizar entonces un óptimo; el óptimo puede fallar a mayor escala; un protocolo copiado puede transferir ninguna de las variables de estado que hicieron funcionar el resultado original. El fallo combinado puede parecer más fuerte que cualquier paso débil individual porque cada capa proporciona confirmación aparente a la siguiente.

10. Una auditoría experimental compacta

Antes de confiar en una conclusión, pregunte: ¿cuál es el mensurando? ¿Qué relación proxy se asume? ¿Qué referencia u observador define la comparación? ¿Qué no podía detectar el método? ¿Qué se replicó de forma independiente? ¿Qué transformaciones se aplicaron? ¿Qué interacciones, historias temporales y escalas se muestrearon? ¿Qué papel desempeña el modelo? ¿Qué umbral creó la categoría? ¿Qué estado debe transferirse para que la afirmación sobreviva? Estas preguntas convierten supuestos ocultos en partes comprobables del diseño [4].

11. El principio HEB

La síntesis apoya un principio general: una conclusión científica solo es tan transferible como el eslabón no ensayado más débil que conecta el sistema físico con la afirmación. La fiabilidad crece, por tanto, menos por añadir sofisticación analítica que por hacer cada eslabón explícito, perturbable y auditable.

12. La propagación del error no siempre es una simple suma de varianzas

Los presupuestos clásicos de incertidumbre combinan componentes reconocidos bajo modelos declarados, y la GUM incorpora explícitamente entradas correlacionadas mediante términos de covarianza [3]. El problema del error oculto es diferente: una variable omitida, una inferencia rota o una dependencia no reconocida no pueden propagarse numéricamente porque nunca entraron en el modelo. Una referencia que deriva, una región censurada, una interacción ausente o un régimen dependiente de escala requieren primero descubrimiento y corrección del modelo antes de que la propagación de incertidumbre tenga significado.

13. La reparación debe realizarse lo más temprano posible en la cadena

Cuando se detecta un problema, la corrección más fuerte suele ser la más cercana a su origen físico. Controle el estado físico que creó un artefacto en lugar de corregir su firma numérica; mida el mensurando pretendido en lugar de calibrar con mayor precisión un proxy débil; anada replicación independiente en lugar de ajustar valores p;

rediseñe el experimento para estimar interacciones en lugar de ajustar un modelo más elaborado a datos OFAT. El análisis de etapas posteriores puede ser esencial, pero no debe convertirse en sustituto de información que podía haberse generado directamente. Esta jerarquía de reparación es la contrapartida práctica del principio de fallo complementario.

14. Conclusiones

La serie HEB no sostiene que la ciencia experimental sea poco fiable. Explica por qué una ciencia fiable requiere control deliberado de toda la cadena de evidencia. El error más trascendente puede ser una variable, supuesto o transformación que nunca entro en el presupuesto formal de incertidumbre porque nadie reconoció que formaba parte de la medición. La respuesta práctica es sistemática: definir, perturbar, replicar, desafiar, preservar límites y transferir solo lo que se ha demostrado.

Referencias

- [1] Seguro, J. The Hidden Error Budget: Measurement-System Failure, False Precision and Experimental Design in Laboratory Science. HEB-001. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026). DOI: 10.5281/zenodo.22862642.
- [2] Joint Committee for Guides in Metrology. International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM), 3rd ed., JCGM 200:2012. DOI: 10.59161/JCGM200-2012.
- [3] Joint Committee for Guides in Metrology. Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. JCGM 100:2008 with Amendment 1:2026, Nonlinearity in measurement models. Base DOI: 10.59161/JCGM100-2008E; amendment DOI: 10.59161/PPDI3267.
- [4] Heckert, N. A.; Filliben, J. J.; Croarkin, C. M.; Hembree, B.; Guthrie, W. F.; Tobias, P.; Prinz, J. Handbook 151: NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods. National Institute of Standards and Technology, 2002.
- [5] Seguro, J. The Hidden Boundary Problem: Understanding, Visualisation and Scientific Reasoning. HEB-002. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [6] Seguro, J. From Molecular Structure to Prediction: Visual Reasoning in Organic Chemistry and Photochemistry. HEB-003. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [7] Seguro, J. The Hidden Proxy Problem: When the Measured Quantity Is Not the Question. HEB-004. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [8] Seguro, J. The Hidden Reference Problem: Blanks, Standards, Controls and Calibrations Are Part of the Measurement System. HEB-005. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [9] Seguro, J. The Hidden Observer Problem: Subjective Endpoints, Expectation and the Unblinded Reader. HEB-006. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [10] Seguro, J. The Hidden Limit Problem: Non-Detection, Censoring and the Values That Were Never Measured. HEB-007. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [11] Seguro, J. The Hidden Replication Problem: Repeated Measurements Are Not Independent Experiments. HEB-008. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [12] Seguro, J. The Hidden Correction Problem: When Data Treatment Creates Confidence Instead of Information. HEB-009. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [13] Seguro, J. The Hidden Interaction Problem: Why One-Factor-at-a-Time Experiments Mislead. HEB-010. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [14] Seguro, J. The Hidden Time Problem: The Present State of an Experiment Depends on How It Was Reached. HEB-011. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [15] Seguro, J. The Hidden Scale Problem: Mechanisms Change Their Relative Weight With Size. HEB-012. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [16] Seguro, J. The Hidden Model Problem: When a Good Fit Becomes a Mechanism and an Optimum. HEB-013. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [17] Seguro, J. The Hidden Classification Problem: When Categories Conceal Continuous Behaviour. HEB-014. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [18] Seguro, J. The Hidden Transfer Problem: Why Reproducing a Procedure Is Not Reproducing a Result. HEB-015. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).

Limite de conocimiento

HEB-016 es una síntesis de la arquitectura metodológica HEB. No añade requisitos de cualificación específicos de aplicación. Sus afirmaciones se limitan a relaciones ya establecidas por HEB-001 a HEB-015 y por las fuentes metrológicas y estadísticas citadas.

Limitaciones

Este artículo metodológico es una síntesis acotada de los corpus controlados HEB y Engineering Review. No informa de un nuevo conjunto de datos experimental, no establece umbrales numéricos universales y no convierte ejemplos de un dominio en especificaciones aplicables a todas las aplicaciones. Las afirmaciones que requieren cualificación específica de aplicación permanecen en la revisión técnica o estudio primario correspondiente.