

El problema oculto de la clasificación: cuando las categorías ocultan un comportamiento continuo

Juan Segurola

3Dresyns by Resyner Technologies S.L.

© 2026 Juan Segurola. Todos los derechos reservados.

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

HEB-014 · Artículo técnico independiente · Versión v0.3

DOI: 10.5281/zenodo.22915432

Resumen

El trabajo científico depende de categorías: curado o no curado, soluble o insoluble, rígido o flexible, hidrófilo o hidrófobo, compatible o incompatible, pasa o fallá. Las categorías comprimen observaciones complejas en decisiones utilizables. El problema oculto de la clasificación aparece cuando esa compresión se confunde con una frontera abrupta en la naturaleza. Muchos comportamientos materiales y experimentales son continuos, multidimensionales o dependientes del estado, de modo que dos objetos asignados a la misma categoría pueden diferir materialmente mientras dos objetos situados a lados opuestos de un umbral pueden ser casi idénticos. Este artículo metodológico examina como deben definirse, medirse y acotarse las categorías operativas. La proposición central es que una categoría es una regla de decisión impuesta sobre la evidencia salvo que se haya demostrado de forma independiente una discontinuidad física.

Palabras clave: clasificación; umbral; continuo; categorías; frontera; escala de medición; decisión binaria; variable de estado; taxonomía

1. Propósito y límite de evidencia

HEB-002 es el artículo de la serie sobre comprensión, visualización y fronteras científicas; HEB-014 no repite su contenido y, en cambio, trata el problema de clasificación dentro de la serie HEB [2]. HEB-001 aporta el contexto más amplio del sistema de medición [1]. El propósito aquí no es argumentar contra las categorías, sino declarar que operacionalizan.

2. Las categorías son compresiones útiles

Un laboratorio necesita decisiones: aceptar/rechazar, soluble/insoluble, transparente/opaco. Una categoría puede reducir un estado de alta dimensionalidad a una acción. Esto es legítimo cuando la regla es explícita y la información perdida no es necesaria para la afirmación. Algunas fronteras corresponden a transiciones físicas reales en lugar de a clases arbitrarias; la gelificación es un ejemplo útil, y la fotorreología muestra que su asignación operacional depende del criterio y de las condiciones de medición [3].

3. Los umbrales discretizan variables continuas

El ángulo de contacto, el módulo, la conversión, la transmisión, el hinchamiento y la concentración varían de forma continua. Elegir un umbral convierte un continuo en clases. El umbral puede justificarse por una necesidad de aplicación, la capacidad de detección o una convención, pero su existencia no demuestra una discontinuidad en ese valor numérico.

4. El comportamiento multidimensional se resiste a una descripción mediante una sola etiqueta

Un material puede ser rígido bajo carga de corta duración y complaciente a tiempos largos, hidrófilo en la superficie y menos en el volumen, soluble bajo una historia de disolvente y limitarse a hincharse bajo otra. Por tanto, un único adjetivo puede ocultar las variables de estado y escalas temporales que determinan el comportamiento.

5. Los casos fronterizos contienen información

Los objetos próximos a un umbral de decisión suelen tratarse como una ambigüedad incómoda. Son científicamente valiosos porque exponen sensibilidad a incertidumbre, entorno y protocolo. Si un pequeño cambio en el método de medición invierte la clasificación, la categoría puede ser operacionalmente frágil incluso cuando el continuo subyacente sea suave.

6. Las etiquetas binarias pueden ocultar consecuencias asimétricas

Una regla pasa/fallá puede ser adecuada cuando las consecuencias son no lineales, pero los costes de falso pase y falso fallo rara vez son idénticos. Por tanto, el método de clasificación debe vincularse con la incertidumbre y el riesgo de decisión. Un valor medido justo por encima de un límite no es epistémicamente diferente de uno justo por debajo en una magnitud mayor de la que permite la incertidumbre [6].

7. Las categorías basadas en mecanismo también pueden solaparse

Las etiquetas de fotoiniciadores Tipo I y Tipo II, las clases de red o los modos de fallo pueden ser taxonomías mecánicas útiles, aunque los sistemas reales pueden contener vías híbridas o múltiples mecanismos simultáneos. La taxonomía debe apoyar el razonamiento sin forzar cada caso a una única caja pura cuando la evidencia sustenta el solapamiento [5].

8. Las categorías pueden moverse con las condiciones

Compatibilidad, solubilidad, flexibilidad y estado de curado dependen de temperatura, composición, tiempo, geometría y protocolo de medición. Una clasificación realizada bajo una condición puede no transferirse. La condición pertenece a la etiqueta si cambiarla puede cambiar el estado.

9. Informe la variable que está detrás de la etiqueta

Siempre que sea viable, empareje una categoría con la magnitud medida y la regla de decisión que la creo. «Hidrofobo» se vuelve más informativo cuando se informa el método y el valor de ángulo de contacto; «curado» se vuelve más informativo cuando se declara el punto final químico o mecánico; «compatible» se vuelve más informativo cuando se especifican fase, tiempo y función [4].

10. Disciplina práctica de clasificación

Formule cuatro preguntas: ¿qué evidencia continua o multidimensional se está comprimiendo? ¿Qué umbral o regla crea la categoría? ¿Qué incertidumbre puede cambiar la pertenencia? ¿Bajo qué condiciones se transfiere la etiqueta? Si esas respuestas no están disponibles, la categoría debe tratarse como una abreviatura provisional y no como un hecho físico.

11. La incertidumbre puede hacer probabilística la pertenencia a una categoría

Supongamos que un umbral pasa/fallá es 10 unidades y que el resultado medido es 10,1 con una incertidumbre comparable al margen de 0,1. Operacionalmente puede seguir siendo necesaria una etiqueta determinista, pero la evidencia no permite fingir que el estado físico está claramente separado de un resultado de 9,9. Bandas de guarda, mediciones repetidas o reglas de decisión pueden gestionar estos casos, pero deben reconocerse como arquitectura de decisión. Cuanto más cerca este un resultado del umbral respecto a su incertidumbre, más refleja la categoría política de decisión y capacidad de medición en lugar de una distinción física abrupta.

12. Taxonomías diferentes pueden clasificar de forma distinta el mismo sistema

Una taxonomía puede agrupar materiales por química, otra por comportamiento mecánico, otra por uso y otra por modo de fallo. Ninguna tiene prioridad automática para todas las preguntas. Un acrilato de uretano puede clasificarse químicamente, una probeta curada puede describirse mecánicamente como elastomérica o rígida según su estado y ensayo, y el mismo objeto puede pertenecer a una clase de aplicación biomédica o de ingeniería. La clasificación se vuelve engañosa cuando categorías construidas para un propósito se importan a otro sin comprobar si se conservan las distinciones relevantes.

13. Las categorías de decisión deben poder revertirse a su evidencia

Un sistema de clasificación de alta calidad permite reconstruir por qué se asignó una etiqueta. Esto significa conservar las variables medidas, el umbral, el método de ensayo, la incertidumbre y las condiciones. Si solo sobrevive la etiqueta final, cambios posteriores en los umbrales o mejores mediciones no pueden aplicarse sin repetir el experimento. La clasificación reversible es, por tanto, un principio de gobierno de datos además de científico: conserve la evidencia que hay detrás de la categoría para que la decisión pueda auditarse o reinterpretarse.

14. Conclusiones

Las categorías son herramientas científicas indispensables, pero son modelos de evidencia. Un umbral puede crear una frontera de decisión sin crear una frontera natural. Los sistemas multidimensionales y dependientes del estado hacen especialmente frágiles las etiquetas. El problema oculto de la clasificación se controla cuando las variables

medidas, las reglas operativas, la incertidumbre y las condiciones de transferencia permanecen visibles detrás de la categoría.

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] Seguro, J. The Hidden Boundary Problem: Understanding, Visualisation and Scientific Reasoning. HEB-002. 3Dresyns Independent Technical Articles (2026).
- [3] Schmidt, L. E.; Leterrier, Y.; Vesin, J.-M.; Wilhelm, M.; Manson, J.-A. E. Photoreology of Fast UV-Curing Multifunctional Acrylates. *Macromolecular Materials and Engineering* 290(11) (2005) 1115-1124. DOI: 10.1002/mame.200500229.
- [4] Seguro, J. Conversion Metrology and Spatial Cure Heterogeneity in Vat Photopolymerisation: From Exposure to Network State. ER-027. Zenodo (2026). Concept DOI: 10.5281/zenodo.22017523.
- [5] Seguro, J. Photocuring Pathway Taxonomy for Vat Photopolymerisation: Active Species, Network-Formation Modes, Spatial Gating and Qualification Boundaries. ER-083. Zenodo (2026). Concept DOI: 10.5281/zenodo.22123372.
- [6] Joint Committee for Guides in Metrology. Evaluation of measurement data - The role of measurement uncertainty in conformity assessment. JCGM 106:2012. DOI: 10.59161/JCGM106-2012.

Limite de conocimiento

HEB-014 trata la distinción metodológica entre categorías operativas y estados continuos o multidimensionales subyacentes. Las taxonomías de materiales y los umbrales de aplicación específicos permanecen en sus revisiones técnicas correspondientes.

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.