

FORMAS DE CONOCER

Edición para público general

Veinticuatro preguntas sobre cómo se construye el conocimiento

Juan Segurola

Version v1.0 · 22 September 2026

© 2026 Juan Segurola. All Rights Reserved.

Cómo leer este volumen

Cada capítulo separa la pregunta central, qué sostienen las pruebas, cómo se construye la conclusión, qué permanece incierto y qué no debe inferirse. El objetivo es hacer el razonamiento accesible sin borrar los límites de la evidencia.

Índice

KNO	Capítulo	Página
KNO-001	Una marca en una piedra	4
KNO-002	Contar antes de los números	6
KNO-003	De las marcas a los símbolos	8
KNO-004	De los símbolos a la escritura	10
KNO-005	Lenguaje oral y transmisión	12
KNO-006	Mapas y representación espacial	14
KNO-007	Calendarios y medida del tiempo	16
KNO-008	Instrumentos que amplían los sentidos	18
KNO-009	Archivos, bibliotecas y memoria colectiva	20
KNO-010	La clasificación como herramienta de conocimiento	22
KNO-011	Medir antes de teorizar	24
KNO-012	Experimentos y control de variables	26
KNO-013	Modelos, mapas y realidad	28
KNO-014	Causalidad y correlación	30
KNO-015	Incertidumbre y probabilidad	32
KNO-016	Cómo se construye la evidencia: integrando las herramientas	34
KNO-017	¿Son las matemáticas un lenguaje?	36
KNO-018	Imágenes, diagramas y visualización	38
KNO-019	Datos, tablas y registros	40
KNO-020	Revisión, consenso y desacuerdo	42

KNO	Capítulo	Página
KNO-021	Ciencia abierta y reproducibilidad	44
KNO-022	La computación como memoria externa	46
KNO-023	Cómo los grupos saben más que los individuos	48
KNO-024	Conocimiento perdido y sesgo de preservación	50

KNO-001 · Una marca en una piedra

En breve

Un surco es primero una huella física. Microscopía, fractura y experimentos pueden mostrar que fue hecho deliberadamente, pero la intención no demuestra por sí sola un símbolo. Una fila de muescas puede ser regular sin contar nada; un registro puede seguir unidades sin representar lenguaje; la escritura es un sistema convencional más amplio. Conchas y ocre antiguos muestran patrones deliberados en el Pleistoceno, mientras objetos como los huesos de Border Cave e Ishango invitan — sin imponerlas— a lecturas notacionales. La investigación cognitiva moderna explica por qué importa una marca externa: deja un estado estable que puede revisarse, compararse, reorganizarse o compartirse, reduciendo lo que debe mantenerse en la memoria. La arqueología ha de demostrar por separado que un objeto concreto cumplió esa tarea recurrente. Las convenciones compartidas añaden otro umbral, pues permiten que las reglas viajen entre personas y generaciones. La conservación filtra después la historia: vemos objetos duraderos marcados, pero no la mayoría de las ayudas perecederas. La conclusión segura es modesta y decisiva: las marcas crearon nuevas formas de persistencia, mientras sus funciones se diversificaron en muchas historias locales.

Por qué importa

Los registros externos sostienen medición, cuentas, diagramas, archivos y la propia ciencia. Comprender sus comienzos obliga a preguntar qué pruebas respaldan afirmaciones sobre mentes sin testimonio. Si toda línea antigua se convierte en símbolo, el relato supera a los objetos; si solo cuenta la escritura descifrada, las ayudas materiales anteriores desaparecen. Una vía intermedia calibrada muestra la transformación y sus límites. Enseña además una lección general: huellas observables, acciones reconstruidas y significados inferidos son capas distintas, y varias conclusiones coincidentes no constituyen apoyo independiente si dependen del mismo objeto mal identificado.

Qué sabemos

Microscopía, química, experimentos y contexto establecen que muchas marcas antiguas fueron producidas deliberadamente y a menudo reconstruyen herramientas, gestos y secuencia. Los experimentos cognitivos muestran que los estados externos redistribuyen memoria y comparación. Los sistemas administrativos y de escritura documentan usos convencionales posteriores. Estas conclusiones proceden de pruebas diferentes y deben mantenerse separadas.

Qué no sabemos todavía

En la mayoría de los objetos tempranos ignoramos qué significaba una marca, si alguien volvía a consultarla, si su regla era compartida o si sus unidades eran numéricas. Tampoco podemos medir el registro desaparecido sobre madera, fibra, piel o superficies temporales. El ejemplo conservado más antiguo no es, por tanto, necesariamente el origen de la práctica.

Qué podría cambiar la conclusión

Objetos marcados repetidos en contextos seguros, con secuencias de producción demostrables y asociaciones estables con tareas conocidas por otras vías, reforzarían las afirmaciones de notación o convención. Nuevos remontajes, dataciones o análisis de huellas también podrían debilitarlas. Una conservación excepcional de registros orgánicos puede revelar rutas hacia la memoria externa que hoy ocultan las colecciones duraderas.

Una idea para recordar

Una marca deliberada conserva un estado más allá de un cerebro, pero símbolo, muesca, número y escritura exigen pruebas adicionales.

KNO-002 · Contar antes de los números

En breve

Es posible manejar cantidades antes de que una lengua tenga palabras para cada número exacto. Un sistema numérico aproximado distingue más de menos con precisión limitada, mientras otra capacidad sigue solo unos pocos objetos individuales. La correspondencia uno a uno responde a otra pregunta: ¿tiene cada objeto de un conjunto una pareja en el otro? Una muesca puede conservar acontecimientos repetidos sin nombrar un total cardinal, y una secuencia de dedos o partes del cuerpo puede aportar orden antes de existir un numeral portátil. Contar exactamente exige más que recitar una lista. Las palabras o signos deben tener un orden estable, cada objeto ha de recibir un término, el último término debe indicar el cardinal del conjunto y el sistema ha de poder extenderse. Fichas de arcilla y tablillas numéricas muestran cómo ciertas instituciones del Próximo Oriente externalizaron cantidades, pero no prueban un origen universal del número ni de la escritura. Las marcas arqueológicas revelan fabricación, agrupación y sesiones repetidas; rara vez conservan la categoría contada o la regla de lectura. La historia más segura reconstruye tareas y correspondencias, no una escalera única desde la incisión hasta la aritmética.

Por qué importa

Los números parecen hoy abstractos e inevitables porque las mismas formas escritas circulan entre relojes, precios, medidas y ecuaciones. Históricamente, esos usos dependen de logros separables: reconocer diferencias de cantidad, emparejar conjuntos, conservar una secuencia, nombrar un total exacto, agrupar unidades y operar con valores escritos. Tratarlos como una sola invención oculta diversidad cognitiva y evidencia material. Separarlos mejora también el razonamiento arqueológico. Un patrón regular muestra quizá una acción controlada, pero afirmar que registra siete animales o una fase lunar exige recuperar una correspondencia, no solo ver siete marcas.

Qué sabemos

Los experimentos controlados distinguen magnitud aproximada, seguimiento de conjuntos pequeños y prácticas exactas aprendidas. Los estudios del desarrollo muestran que recitar precede a comprender cardinalidad. La comparación intercultural demuestra rendimiento exacto no verbal bajo ciertas condiciones y la importancia de palabras o dispositivos cuando hay que conservar y transformar cantidades. Registros arqueológicos e históricos documentan contabilidad material y sistemas numerales administrativos en contextos concretos.[2,4-10,15-18]

Qué no sabemos todavía

Para la mayoría de las marcas tempranas ignoramos si representaban cantidad, qué unidades seguían, si la regla era compartida o si coexistían palabras numéricas. Tampoco reconstruimos la mayoría perdida de dispositivos perecederos y gestos. La diversidad cognitiva actual no ofrece una cronología directa de cuándo comunidades prehistóricas concretas coordinaron palabras, objetos y signos exactos.

Qué podría cambiar la conclusión

Objetos marcados repetidos en contextos seguros, asociados a procesos contables conocidos por vías independientes y gobernados por una misma regla de agrupación demostrable, fortalecerían interpretaciones numéricas tempranas. Residuos, huellas de uso o remontajes podrían debilitarlas. Registros intermedios descifrables aclararían transiciones entre fichas, impresiones y numerales escritos. Investigación cognitiva más amplia puede revisar cómo interactúan sistemas aproximados, exactos y corporales.

Una idea para recordar

Es posible manejar cantidad sin numerales, pero contar con exactitud exige correspondencia aprendida entre unidades, orden y cardinal; una marca repetida no demuestra por sí sola ninguna de esas relaciones.

KNO-003 · De las marcas a los símbolos

En breve

Un araño no es un símbolo solo porque sea visible o deliberado. El humo puede indicar fuego mediante una relación causal; un retrato puede parecerse a una persona; un gesto de señalar puede dirigir la atención; un signo convencional puede referir aunque ni se parezca a su referente ni esté causado por él. Estas relaciones pueden solaparse. Los estudios experimentales muestran que las personas inventan signos con mayor éxito cuando pueden interactuar, poner a prueba interpretaciones y construir precedentes compartidos. Con el uso repetido, los dibujos detallados suelen simplificarse y volverse menos transparentes para quienes no participaron, porque parte de su significado pasa a la historia común de los usuarios. La transmisión cultural favorece después formas aprendibles y reproducibles, mientras que la comunicación favorece distinciones útiles. Las lenguas de signos nuevas muestran que puede emerger estructura sistemática entre cohortes, pero son lenguas vivas de comunidades concretas, no réplicas de la prehistoria. La arqueología puede identificar fabricación, repetición y colocación pautada; por lo general no puede recuperar el referente ni la regla de lectura de una comunidad desaparecida solo a partir de la forma. Un símbolo se entiende mejor como una relación mantenida, no como un tipo especial de marca.

Por qué importa

Los seres humanos vivimos en sistemas de señales de tráfico, diagramas, gestos, banderas, numerales, interfaces y palabras. Sus formas físicas suelen ser triviales en comparación con la coordinación que hacen posible. Confundir un patrón visible con un significado recuperado conduce a dos errores: declarar simbólica toda marca antigua repetida o suponer que los símbolos arbitrarios modernos aparecieron ya formados. Una explicación mejor pregunta qué relación hizo interpretable un signo, quién la compartía, cómo se reparaban los malentendidos y cómo sobrevivió la convención a nuevos usuarios.

Qué sabemos

Los estudios del desarrollo distinguen la identidad física de un objeto de su función representativa y documentan atención conjunta y señalamiento tempranos. Los experimentos de interacción muestran que la retroalimentación y el terreno común pueden estabilizar signos nuevos. Los experimentos de transmisión muestran que la facilidad de aprendizaje y la utilidad comunicativa transforman sistemas entre aprendices. Las lenguas de signos emergentes demuestran cambio estructural en comunidades vivas, mientras que el análisis arqueológico establece fabricación y pautas bajo límites mucho más estrictos respecto al significado.[1-21]

Qué no sabemos todavía

No conocemos una única secuencia por la que comenzara la comunicación simbólica humana, cuánto dependió la convención temprana de gesto, voz o medios perecederos, ni cuándo marcas particulares empezaron a referirse a entidades ausentes en vez de organizar la acción inmediata. Tampoco tenemos una medida general de cuándo una coordinación local se convierte en norma comunitaria. Los experimentos modernos y las lenguas emergentes revelan mecanismos, pero ningún conjunto de datos conservado observa directamente la primera transición.

Qué podría cambiar la conclusión

Nuevos yacimientos que conservaran objetos marcados repetidos dentro de contextos de actividad resueltos con precisión podrían reforzar las afirmaciones de convención compartida. Evidencia de remontaje, residuos, desgaste o secuencia de producción podría mostrar, en cambio, que marcas aparentemente similares servían para tareas diferentes. Estudios longitudinales más amplios de sistemas nuevos de comunicación podrían separar los efectos de interacción, estructura de red y transmisión. Experimentos capaces de predecir qué convenciones se generalizan a aprendices ajenos a su creación mejorarían el puente entre fundamentación local y simbolismo público.

Una idea para recordar

Una marca se convierte en símbolo no por su forma, sino porque una comunidad puede usar, reconocer, transmitir y corregir repetidamente una relación entre esa forma y aquello que representa.

KNO-004 · De los símbolos a la escritura

En breve

Una marca puede ser deliberada sin ser un símbolo, y un sistema de símbolos puede ser potente sin codificar lengua. Lo que convierte un sistema de símbolos en escritura, según la definición usada aquí, es la transferencia fonética: el descubrimiento de que un signo puede representar el sonido de su nombre en vez de su significado. Antes de ese paso el sistema solo crece añadiendo signos; después, el inventario se estabiliza y luego se contrae mientras lo expresable deja de tener límite. Asia suroccidental conserva la única secuencia estratificada en la que fichas, envolturas selladas, tablillas numéricas impresas y protocuneiforme pueden examinarse juntos, aunque ese orden registra primera atestación y no descendencia. El corpus del Indo muestra por qué importa el umbral: allí la disputa no versa sobre antigüedad ni sofisticación, sino sobre si los signos codifican lengua, y sigue abierta. Las notaciones numérica, matemática y musical muestran que un sistema cerrado puede ser ilimitado dentro de su dominio y no codificar lengua alguna, no por quedarse corto sino porque nunca lo pretendió. Los silabarios cheroqui y vai muestran que, una vez disponible la idea de escritura, un sistema funcional puede construirse en pocos años.

Por qué importa

La escritura suele tratarse como la frontera entre prehistoria e historia, de modo que qué cuenta como escritura decide de qué sociedades se dice que entraron siquiera en el registro. Leer toda marca repetida como escritura infla el relato más allá de sus objetos; admitir solo escrituras descifradas borra los sistemas de registro que llevaban cuentas y cantidades sin codificar lengua. La distinción encierra además una lección general sobre la evidencia: qué podía hacer un sistema, para qué servía y de dónde venía son tres afirmaciones distintas, y establecer una no establece las otras.

Qué sabemos

El material estratificado del cuarto milenio en Asia suroccidental conserva la única secuencia en la que fichas, envolturas selladas, tablillas numéricas impresas y protocuneiforme pueden examinarse juntos, aunque ese orden es de primera atestación y no de descendencia. Las invenciones modernas documentadas fijan el ritmo: el silabario cheroqui estaba en uso a principios de la década de 1820 y recibió reconocimiento del consejo en 1821, y el silabario vai siguió en torno a una década después. Las notaciones numérica, matemática, química y musical muestran que un sistema cerrado puede ser ilimitado dentro de su dominio y no codificar lengua alguna.

Qué no sabemos todavía

Si los signos del Indo codifican lengua sigue sin resolverse: las medidas de entropía los situaron más cerca de lenguas conocidas, ese método fue discutido en su propio terreno y no existe ningún bilingüe. Si las fichas de arcilla son antecesoras directas de los signos cuneiformes nunca ha alcanzado consenso. Si toda transición a la escritura siguió la vía de la transferencia fonética no queda establecido aquí. Si el khipu inka codifica contenido no numérico sigue siendo una hipótesis viva y no un hecho demostrado.

Qué podría cambiar la conclusión

Un bilingüe, una lengua descendiente conocida o textos bastante más largos llevarían la cuestión del Indo del método a la evidencia. Excavar en un medio que conserve podría revelar un desarrollo largo tras una escritura de apariencia súbita, aunque ese sesgo actúa en una sola dirección y puede ocultar un desarrollo que ocurrió, no fabricar uno que no ocurrió. La acumulación de evidencia de contacto a larga distancia debilitaría las afirmaciones de independencia, que descansan en la oportunidad y no en una demostración.

Una idea para recordar

La escritura empieza cuando un signo puede llevar el sonido de su nombre en vez de su significado; los demás sistemas de registro son alternativas y no intentos fallidos.

KNO-005 · Lenguaje oral y transmisión

En breve

La transmisión oral no es una práctica sino una familia de técnicas, y no son tecnologías comparables. El relato casual se degrada deprisa, porque nada en la práctica se opone a ello. La recitación verificada es el régimen de fidelidad oral más fuerte conocido. La diferencia la produce la restricción, no el esfuerzo. Un verso en una tradición fuerte está sostenido a la vez por la métrica, la rima o la aliteración, la melodía, la imaginería de su escena, el fraseo formulario de su hueco métrico y la secuencia narrativa. Cada una deja muchas opciones; todas juntas dejan a menudo una, y quien no recuerda un verso regenera uno que encaja. Se siguen tres consecuencias: la fidelidad es específica de dominio, la prosa sin restricción es el caso frágil, y fidelidad y creatividad son ajustes distintos, no opuestos. En un polo, el cantor eslavo meridional construye una ejecución distinta cada vez, con idéntica trama y otras palabras, y no lo vive como un fallo. En el otro, los especialistas recitan un texto en órdenes sistemáticamente permutados, y una corrupción queda expuesta por el desacuerdo entre las formas: redundancia usada para detección de errores, sin teoría de la información.

Por qué importa

Un argumento influyente de mediados del siglo XX sostuvo que la escritura alfabética reestructura el pensamiento y habilita lógica, historia y escepticismo que la oralidad no sostiene. El trabajo comparativo sustituyó ese modelo autónomo por otro en el que lo que la escritura hace depende de las prácticas en que está inserta, y de la tecnología sola no se sigue consecuencia general. Tratar la transmisión oral como etapa halaga a la escritura, al acreditarle la solución de un problema que los regímenes orales fuertes ya habían resuelto, y oscurece lo que sí cambió: coste, portabilidad, acceso aleatorio y registro de lo arbitrario. Y cada pérdida se lleva cuanto se conservara solo en una lengua y solo en la memoria.

Qué sabemos

El trabajo cognitivo sobre las tradiciones fuertes establece que la estabilidad procede de muchas restricciones individualmente débiles actuando a la vez — metro, melodía, fórmula, imagen y secuencia narrativa — que juntas dejan a menudo una sola opción donde cada una por separado deja muchas. El trabajo de campo de Parry y Lord muestra a un cantor que produce la misma trama con extensión parecida y palabras muy distintas sin vivirlo como un fallo. La recitación permutada védica muestra a una comunidad haciendo el error detectable y no solo improbable.

Qué no sabemos todavía

La fidelidad medida procede solo de tradiciones que sobrevivieron para ser observadas, y nada corrige por las prácticas que fallaron, así que las estimaciones de lo que puede lograr la transmisión oral están sesgadas al alza. Los métodos estructurales datan linajes y no enunciados, de modo que un tipo de relato puede ser antiguo mientras cada palabra registrada es reciente. Si una tradición transmitió literalmente solo puede resolverse donde se registraron versiones independientes antes de perturbarla.

Qué podría cambiar la conclusión

Versiones independientes de una tradición registradas antes de perturbarla llevarían la cuestión de la literalidad del método a la evidencia. Un método capaz de distinguir un elemento antiguo de uno nuevo bien integrado dentro de una tradición viva haría lo mismo con la antigüedad del contenido. Los resultados filogenéticos dependen del modelo, y otras codificaciones discutidas en esa literatura podrían revisar hasta dónde llega la señal.

Una idea para recordar

La fidelidad oral fuerte se produce restringiendo lo que puede decirse y no esforzándose más por recordarlo, y por eso favorece el verso y falla en el detalle arbitrario.

KNO-006 · Mapas y representación espacial

En breve

El conocimiento espacial, la representación espacial externa y la cartografía son tres cosas separables, y un navegante experto puede poseer la primera en grado alto sin usar ningún artefacto gráfico durante la travesía. Las células de lugar y de retícula son hallazgos robustos sobre actividad neuronal, pero no establecen que el pensamiento espacial humano adopte la forma de un mapa gráfico; el conocimiento de ruta puede sostener viajes exitosos sin ser un mapa de conjunto degradado. Las cartas de oleaje marshalesas y la técnica de las Carolinas conocida como etak muestran que el razonamiento espacial puede organizarse en torno a modelos del comportamiento del océano y a marcos de referencia distintos del marco fijo de un plano a escala. La geometría impone después un límite duro: como la esfera y el plano difieren en curvatura gaussiana, ningún mapa plano de una esfera puede conservarlo todo, de modo que una proyección codifica una decisión sobre qué distorsiones aceptar. Aparte de eso, todo mapa selecciona, de modo que la selección, la escala, la orientación y la clasificación son decisiones editoriales y no registro neutral, y Web Mercator muestra la restricción geométrica persistiendo en los medios interactivos.

Por qué importa

Un mapa puede leerse como una descripción transparente del espacio. Un atlas de carreteras, una carta meteorológica o un mapamundi en la pared de un aula se leen como imagen de lo que hay, y esa lectura suele ser inofensiva hasta que el mapa sirve para comparar tamaños, inferir distancias o zanjar una discusión sobre el mundo. Saber que todo mapa plano del globo distorsiona algo, y que el tipo de distorsión que lleva procede de una elección y no de un descuido, cambia lo que un lector puede concluir con responsabilidad a partir de él. Separar los mapas del conocimiento espacial cambia también qué sistemas espaciales cuentan como conocimiento. ---

Qué sabemos

- Las células de retícula son un hallazgo establecido del registro unitario en ratas (Hafting et al. 2005). O'Keefe y Nadel propusieron que el hipocampo sostiene una representación aloécéntrica (O'Keefe y Nadel 1978). - Las isometrías locales conservan la curvatura gaussiana, el Theorema Egregium (do Carmo 1976, p. 234). De él deduce este artículo que ninguna región abierta de una esfera se proyecta isométricamente sobre un plano. - El valor navegacional de Mercator y su uso posterior no navegacional están ambos documentados (Monmonier 2004). - El dominio de Web Mercator en la cartografía en línea, sus ventajas técnicas y sus limitaciones están documentados, sin que se establezca una causa exclusiva de adopción (Battersby et al. 2014). - Los volúmenes comparativos cubren tradiciones islámicas, del sur de Asia, de Asia oriental y sudoriental, africanas, americanas, árticas, australianas y del Pacífico en sus propios contextos (Harley y Woodward 1992; 1994; Woodward y Lewis 1998).

Qué no sabemos todavía

Si un artefacto prehistórico dado se hizo o se usó como mapa sigue abierto, porque la semejanza con una categoría moderna es evidencia débil sobre una antigua. Qué formato adopta el pensamiento espacial humano no lo resuelven los hallazgos neuronales, y la distinción entre ruta y conjunto sugiere que varía según tarea y persona. Si una carta de oleaje o una ruta cantada cuenta como mapa es en parte terminológico. Y atribuir una intención concreta a un mapa concreto exige evidencia sobre sus autores que el argumento general no proporciona.

Qué podría cambiar la conclusión

Evidencia contextual independiente de uso, y no de semejanza, podría resolver varias identificaciones en disputa en un sentido o en otro. Un trabajo conductual o neuronal que mostrara que la representación de conjunto es el formato por defecto del pensamiento espacial humano, y no uno entre varios, debilitaría la tesis del artículo de que el mapa de conjunto no es la externalización natural. Evidencia histórica que aislara por qué se adoptó Web Mercator convertiría una lista de factores plausibles en una explicación causal. La restricción geométrica de la sección 5 no admite esta clase de revisión.

Una idea para recordar

Ningún mapa plano de una esfera conserva todas las propiedades métricas, así que la pregunta que cabe hacerle no es si distorsiona, sino qué distorsiones acepta.

KNO-007 · Calendarios y medida del tiempo

En breve

Doce meses sinódicos medios suman 354,36708 días, 10,87511 menos que un año trópico, así que un calendario lunar recorre las estaciones y el islámico lo hace por diseño y no por fracaso. Suelta el mes lunar y conserva el año y aparece el año civil egipcio: doce meses de treinta días más cinco epagómenos, 365 en total, sin día intercalado y con una deriva propia más lenta. Consérvalos ambos y el precio es la intercalación, porque diecinueve años trópicos y 235 meses sinódicos difieren en 0,08704 días, unas 2,09 horas, bastante poco para levantar sobre ello un ciclo de diecinueve años y no lo bastante para hacerlo exacto. El año juliano se pasa en 0,00781 días y el gregoriano en 0,00031, así que 1582 redujo un residuo en vez de eliminarlo, y revisó además las tablas lunares de la Pascua. Entretanto el segundo dejó de ser astronómico en 1967 y el tiempo civil no.

Por qué importa

Leída como una escalera, esta historia se convierte en una marcha hacia el año gregoriano con todo lo demás como intento fallido, y la pregunta real desaparece. Un calendario lunar no es un calendario solar inexacto, y una cuenta de 260 días no es un año inexacto: los ciclos de trece y veinte días no tienen base astronómica directa sobre la que ser inexactos. Un calendario es además un dispositivo de coordinación, y por eso reformar uno nunca es solo un cálculo, y por eso la decisión de 2022 de dejar que el tiempo atómico y el rotacional se separen más se argumentó por el riesgo para la infraestructura digital crítica.

Qué sabemos

Para la época 2000 una obra astronómica de referencia da un año trópico medio de 365,24219 días y un mes sinódico medio de 29,53059 días, y subraya que ambos son medias aproximadas que cambian lentamente. Todo lo que el artículo deriva de ahí es aritmética propia y así consta: doce meses sinódicos quedan 10,87511 días por debajo de un año, y diecinueve años trópicos difieren de 235 meses sinódicos en 0,08704 días. El año civil egipcio tenía 365 días sin día intercalado, y el calendario islámico mantiene los meses en relación con las lunaciones sin mantener su año con el Sol. Los ciclos centroamericanos de trece y veinte días no tienen base astronómica directa. Y el segundo del SI es atómico desde 1967, fijando su formulación vigente en 9.192.631.770 Hz la transición hiperfina no perturbada del estado fundamental del cesio 133.

Qué no sabemos todavía

Si Warren Field funcionó como contador lunisolar es una interpretación que sus propios investigadores formularon con cautela, y no se localizó en esta ronda ninguna crítica publicada dirigida específicamente a ella, lo cual dice algo de la búsqueda y no de la literatura. Si las marcas incisas del Paleolítico superior registran lunaciones sigue abierto, porque la compatibilidad con un recuento lunar no lo establece. Si los primeros usuarios de un ciclo de diecinueve años lo entendían como inexacto no se recupera del uso del ciclo. El origen y las funciones de la cuenta de 260 días exigen evidencia especializada que el artículo no aporta. Y cuatro afirmaciones descriptivas descansan en fuentes cuyo texto pertinente no se leyó directamente.

Qué podría cambiar la conclusión

Evidencia independiente de uso, y no la semejanza con una función calendárica moderna, reforzaría o rompería la lectura de Warren Field, y una crítica publicada dirigida a ella cambiaría lo que el artículo puede decir sobre cuán discutida está. Para los huesos incisivos, un método que separase el recuento lunar de otras cuentas y de patrones no notacionales resolvería lo que las marcas solas no pueden. La lectura directa de las cuatro fuentes delegadas las sacaría del estado parcial. Y la tolerancia que se encargó proponer a la CGPM sustituirá un valor abierto por uno decidido.

Una idea para recordar

Un calendario lunar no es un calendario solar fallido: los periodos astronómicos no encajan exactamente, y los calendarios que los siguen deben decidir cómo gestionar el desajuste.

KNO-008 · Instrumentos que amplían los sentidos

En breve

Unas gafas ayudan a un sentido, un telescopio extiende uno, y un termómetro no hace ninguna de las dos cosas: convierte una magnitud que ningún ojo registra en una longitud que el ojo lee, y el observador infiere. Creer esa lectura es creer todos los eslabones de esa cadena, y ningún punto de ella se zanja mirando. El telescopio de Galileo se aceptó por replicación independiente y no a la vista. La calibración es circular de partida, porque justificar un instrumento exige la ley que medir con él debería establecer; ese círculo se rompió por iteración y no por decreto, y una crítica publicada sostiene que la argumentación razonada puede romperlo. La longitud no la resolvió un reloj: las distancias lunares se trataron como equiparables en 1767, se apoyaban en la estima entre observaciones, y declinaron al abaratare los cronómetros. La radioastronomía empezó como un intento de reducir ruido. Una detección de ondas gravitacionales no termina en ninguna sensación, y su primera señal salió de una búsqueda de ráfagas y no del ajuste de plantillas. Lo que hace comparables dos lecturas es una cadena institucional, y el vocabulario que la define advierte qué no garantiza.

Por qué importa

Una lectura se ofrece como si fuera una observación, y es el final de una cadena que empezó donde ningún sentido llega. Tomarla por percepción esconde todos los lugares donde la cadena puede equivocarse: la sustancia acoplada a la magnitud, la calibración que hay detrás, el modelo que convierte una correlación en una afirmación. Las distinciones de aquí permiten preguntar qué validó el instrumento, si el acuerdo entre copias vale algo cuando comparten diseño, y si el relato de cómo se resolvió un problema es el que el registro sostiene de verdad.

Qué sabemos

Expertos de Bolonia informaron de que veían poco o nada por el telescopio de Galileo en abril de 1610, el Colegio Romano retuvo la confirmación hasta octubre, y la credibilidad se estableció por replicación independiente; la fuente de esto se leyó solo hasta donde llegan sus páginas accesibles. La circularidad de validar un instrumento de medida sin la ley que lo justifica se llama problema de la medición nómica y se atribuye a un estudio de la termometría de 2004, que sostiene que el círculo se desgastó por refinamiento iterativo y autocorrectivo y no se rompió por decreto. Franklin sostiene, a partir del episodio de las ondas gravitacionales, que la argumentación razonada rompió el regreso. La edición de University of Chicago Press de 1992 titula su capítulo 4 con la expresión *Detecting Gravitational Radiation: The Experimenter's Regress*, que la autoridad humana leyó en el índice y que nadie leyó más allá. El Board of Longitude trató en 1767 los cronómetros y las distancias lunares como equiparables; el viaje del *Endeavour* combinó el trabajo lunar con la estima, que no podía corregir la deriva ni las corrientes. La historia institucional del observatorio identifica el resultado de Jansky como ondas de radio procedentes de la región central de la Vía Láctea, y el artículo primario registra la hipótesis solar que quedó desplazada. La primera observación directa comunicada de ondas gravitacionales da una deformación máxima de $1,0 \times 10^{-21}$, y la detección inicial la hizo una búsqueda de ráfagas, recuperando después el suceso PyCBC y GstLAL. La trazabilidad metrológica se define como propiedad de un resultado de medida ligado a una referencia por una cadena documentada e ininterrumpida de calibraciones.

Qué no sabemos todavía

Varios detalles quedan fuera del alcance evidencial utilizado aquí: el argumento completo de Collins sobre el regreso del experimentador; la recepción disputada precisa del telescopio de Galileo; las conclusiones detalladas del estudio histórico de la termometría; si las distancias lunares fueron el método principal en los viajes de Cook; la redacción del prólogo publicado en 2012 frente al borrador previo del comité; y si el capítulo de Sullivan respalda de forma independiente el relato sobre Jansky. Ninguno de esos puntos se utiliza aquí como base de una afirmación más fuerte.

Qué podría cambiar la conclusión

Una lectura del capítulo de Collins zanjaría qué sostiene esa obra sobre el regreso del experimentador, frente a que lo nombre. Una fuente cuyo texto pueda leerse, sobre la recepción del telescopio de Galileo, sustituiría una afirmación que hoy descansa en una página de editor y en un ensayo distinto. Evidencia paginada de que las distancias lunares fueron o no el método principal en los viajes de Cook decidiría una cuestión que este artículo deja abierta en ambos sentidos. Leer el prólogo publicado de 2012 convertiría una presunción sobre el vocabulario en una comprobación. Y que un instrumento de diseño enteramente distinto coincidiera con alguno de estos resultados haría más por él que otra copia del mismo diseño coincidiendo, que es lo que sostiene la sección 2 y que vale para las fuentes de este mismo artículo.

Una idea para recordar

Un instrumento rara vez amplía un sentido; remata una cadena de conversiones, y creer la lectura es creer todos los eslabones.

KNO-009 · Archivos, bibliotecas y memoria colectiva

En breve

Documentos, archivos y bibliotecas se agrupan y funcionan con principios incompatibles, así que cada uno calla algo distinto: el archivo sobre quienes no generaron documentos, la biblioteca sobre lo que nunca entró en sus circuitos, el documento sobre lo que su finalidad no exigía. Lo que entra en un archivo lo decide la valoración, cuyo planteamiento profesional es qué conservar y qué destruir, y la serie superviviente se lee como completa porque la destrucción no deja hueco en ella. Trouillot separa cuatro momentos donde entra el silencio, y eso importa porque son cuatro fallos con cuatro remedios y buscar mejor solo arregla algunos. La descripción gobierna después lo recuperable, que es una restricción y no una segunda valoración, y puede rehacerse donde la valoración no. Alejandría es el caso donde el deterioro ordinario y la financiación institucional retirada bastan para explicar la desaparición sin acto hostil, que es el argumento de Bagnall y aquí se da como suyo. El caso digital repite el mismo punto estructural en forma moderna: una colección no es una cosa que perdura salvo que la destruyan, sino un proceso que se detiene si no se mantiene, y el gasto pasa a ser continuo.

Por qué importa

Tratar un archivo como contenedor convierte sus fondos en una muestra del pasado y sus huecos en accidente. Las dos cosas son falsas de un modo que cambia lo que puede concluirse. Los fondos son el resultado de un filtro que no se describe a sí mismo, así que solo desde los fondos una ausencia no es evidencia de ausencia ni una supervivencia lo es de tipicidad. Por eso leer bien un archivo no es cuestión de buscar más, y por eso una catástrofe, fácil de narrar, tiende a desplazar una retirada de financiación, que no lo es.

Qué sabemos

El diccionario profesional define la valoración como identificar los materiales ofrecidos a un archivo que tienen valor suficiente para ser ingresados, con el debate de fondo planteado como qué conservar y qué destruir. La teoría archivística ha descrito al archivero pasando de conservador pasivo a valorador activo dentro de paradigmas cambiantes. Trouillot sitúa el silencio en cuatro momentos: creación del hecho, ensamblaje del hecho, recuperación del hecho y significación retrospectiva. Se ha propuesto leer los archivos como lugares de producción de conocimiento y monumentos de los estados. Existe una norma internacional general de descripción archivística en segunda edición de 2000. Y un estudio sobre más de un millón de referencias procedentes de más de tres millones y medio de artículos publicados entre 1997 y 2012 informa de que uno de cada cinco artículos de ciencia, tecnología y medicina sufre corrosión de referencias.

Qué no sabemos todavía

El tamaño y la forma de lo que falta, porque la evidencia que lo mediría es lo ausente. Si una omisión fue deliberada, ya que destrucción, abandono, coste y censura pueden dejar el mismo rastro y lo que los separa es evidencia externa sobre la institución. Si la proporción superviviente es representativa, que no se resuelve desde los supervivientes, y tampoco la afirmación universal de que nunca lo es. Si la explicación de Bagnall sobre Alejandría es la del campo o solo suya: el artículo la da como suya. Las operaciones excluidas no se utilizan para sostener ninguna afirmación de este artículo.

Qué podría cambiar la conclusión

Evidencia externa sobre una institución separaría la destrucción de la negligencia, el coste y la censura, cosa que el archivo por sí solo no puede. Las decisiones de valoración documentadas, en calendarios de eliminación e informes de valoración, recuperan que hubo decisión aunque el contenido destruido sea irrecuperable. Leer directamente los registros oficiales de ISO y CCSDS sacaría esas dos entradas de su estado heredado. Y resolver el desacuerdo sobre la afirmación que sostiene Bagnall zanjaría a cuál corresponde.

Una idea para recordar

Los fondos supervivientes de un archivo no revelan todas sus omisiones: lo que sobrevive es evidencia sobre el guardar tanto como sobre lo guardado.

KNO-010 · La clasificación como herramienta de conocimiento

En breve

La clasificación parece descripción y no lo es. Un esquema es un conjunto de cajas construido para que funcione alguna operación posterior, y sus categorías fueron modeladas por esa operación. Bowker y Star enuncian tres propiedades que tendría una clasificación ideal e informan de que ninguno de los sistemas en funcionamiento que examinaron satisface las tres. Un esquema que no es completo tiene que colocar lo que sus categorías no previeron, y dónde se sitúa ese residuo dice cómo lo trata. Dentro de una sola palabra se esconden tres operaciones: agrupar, nombrar e identificar, que fallan de modo distinto y se reparan de modo distinto. La biología ofrece el caso más agudo, una categoría de especie que se usa en todas partes y que ninguna regla acordada define, y un sistema de rangos cuyos niveles no son comparables entre escarabajos y primates. Los esquemas populares no son borradores previos de los científicos; responden a otra pregunta. Cuando lo clasificado son personas, las propiedades ordinarias adquieren consecuencias, y dos casos documentados muestran un esquema bibliotecario transportando los supuestos de su época y un esquema estatal decidiendo qué era una persona. La revisión cuesta dinero ahora y comparabilidad después.

Por qué importa

Las clasificaciones no se consultan, se habitan. Un código diagnóstico decide como qué se cuenta una defunción, una signatura decide qué encuentra un lector, una categoría de población decide qué le hace un Estado a una persona. Como las categorías fueron modeladas por la operación que tenían que sostener, un esquema leído como informe sobre cómo están divididas las cosas presta al mundo una estructura que vino del trabajo. Ese error de lectura es barato de cometer y caro de mantener: convierte una convención revisable en un hecho y esconde la decisión que una categoría registra.

Qué sabemos

Bowker y Star definen un sistema de clasificación como un conjunto de cajas en las que poner cosas para después hacer algún tipo de trabajo, enuncian tres propiedades que tendría una clasificación ideal e informan de que ninguno de los sistemas en funcionamiento que examinaron satisface las tres. Observan que la fórmula residual recorre toda la CIE pero nunca como categoría de primer nivel, y llaman torsión al retorcimiento mutuo de una biografía y un proceso de metrificación. Wells y colaboradores informan de que la especie sigue siendo controvertida en definición, delimitación y realidad, y proponen tratarla como heurística. Lee y Skinner no encuentran criterios generalmente aceptados de rango; Benton sostiene que los rangos siguen haciendo un trabajo utilizable. Atran expone los rangos populares de Berlin y su correspondencia parcial con los taxones científicos. Thornton rastrea el tratamiento de Dewey a lo largo de cuatro ediciones y 130 años, Posel documenta la latitud de los funcionarios en la clasificación racial sudafricana, la 72.^a Asamblea Mundial de la Salud adoptó la CIE-11 en 2019, y Janssen y Kunst hallaron discontinuidades persistentes en el 10,8 % de las revisiones de códigos en seis países.

Qué no sabemos todavía

Qué es una especie, cuando la categoría se usa en todas partes y su definición está en discusión, y la propuesta heurística es una manera de trabajar y no una resolución. Si conviene conservar los rangos, que Lee y Skinner y Benton responden de modo distinto coincidiendo en que los rangos no son comparables entre grupos. Hasta dónde se corresponden las especies genéricas populares y los taxones científicos, que Atran lee como saliencia perceptiva y ofrece como aportación a un debate. Y cuánto de una serie larga de mortalidad es el esquema y no el mundo, ya que el 10,8 % corresponde a las transiciones estudiadas y no es una tasa para las revisiones en general.

Qué podría cambiar la conclusión

Un criterio operativo de rango que se sostuviera entre grupos convertiría la defensa práctica de Benton en una más fuerte, y su ausencia continuada es lo que informan Lee y Skinner. Trabajo etnobiológico sobre grupos cuyos entornos difieran mucho de los ya estudiados pondría a prueba si la recurrencia que describe Atran es tan general como parece. Un trabajo de concordancia que separase la discontinuidad de codificación del cambio real, revisión por revisión y no en agregado, diría cuánto de una serie larga es el esquema. Y una clasificación que documentara el tráfico de sus propios residuos dejaría ver la tensión en lugar de deducirla.

Una idea para recordar

Una clasificación se construye para hacer posible una operación, así que sus categorías no pueden leerse como un retrato neutral del mundo.

KNO-011 · Medir antes de teorizar

En breve

Los dos órdenes existen y ninguno es el que este campo sigue: a veces la teoría nombra una magnitud y un experimento va a buscarla, y a veces los números se acumulan hasta que una teoría tiene que reproducirlos. Si clasificar cuenta ya como medir depende de qué definición esté en vigor, y aquí se nombran la permisiva y la restrictiva sin adoptar ninguna. Hay que confiar en un instrumento antes de que exista nada capaz de comprobarlo, y en los episodios que se tratan el círculo no se evitó en lugar de romperse. Una fórmula puede escribirse para acertar un blanco que la medida ya había puesto: una comunicación sobre el comportamiento en longitudes de onda largas llegó antes y la ecuación después, lo que es un orden de los hechos y no una explicación de qué causó qué. Un residuo informa del tamaño del fallo de una teoría y obliga solo a las sucesoras que cubran el mismo dominio observacional, con la precisión que allí importa. En 2019 una constante medida pasó a ser definida, y el valor definitorio no tiene incertidumbre alguna; lo que la carga ahora es la realización de la unidad.

Por qué importa

Un número ofrecido como medida no se explica solo. Leído sin preguntar qué validó el instrumento, si la magnitud se teorizó antes, y si la cifra es un valor o un residuo, ese mismo número acabará sosteniendo conclusiones que no puede cargar. Las distinciones que aquí se hacen son las que permiten a quien lee ver que una fórmula respondía ante los datos antes de significar nada, que una corrección pequeña y estable puede sobrevivir a todos los intentos de explicarla, y que una constante puede dejar de medirse por decisión y no por hallazgo.

Qué sabemos

La definición permisiva toma la medida como la asignación de numerales a objetos o sucesos de acuerdo con reglas, y separa cuatro tipos de escala por la operación empírica que cada uno permite. La objeción restrictiva es que, bajo esa visión, cualquier regla define ya al menos una escala nominal, de modo que nunca se somete a prueba si el atributo es cuantitativo. Las leyes de radiación en competencia diferían solo en longitudes de onda largas; un experimento de rayos residuales con cuatro cavidades encontró que ninguna reproducía los datos a todas las temperaturas; una comunicación sobre el límite en longitudes de onda largas precedió a la ecuación que funcionó, y los dos resultados se presentaron en la misma sesión. La corrección de Le Verrier al movimiento secular del perihelio de Mercurio la recoge Laskar como unos treinta y ocho segundos de arco por siglo a partir de veintiuna observaciones de tránsitos, frente a unos cuarenta y tres de la teoría posterior. La Resolución 1 define el kilogramo fijando la constante de Planck, las siete constantes definitorias no tienen incertidumbre, y el Apéndice 2 de esa misma resolución sitúa el prototipo en 1 kg dentro de la incertidumbre típica relativa heredada, determinada experimentalmente desde entonces. El estudio de Chang se usa solo como lo describe su editorial; su cuerpo no se leyó aquí.

Qué no sabemos todavía

Si la circularidad descrita vale para los patrones de medida en general, cosa que la sección 3 declina establecer. Cuánto tiempo se midió la constante de Planck antes de que su valor quedara fijado, y cuánto se midió la temperatura antes de que la termodinámica diera cuenta de ella, dos periodos a los

que este artículo no pone cifra. Qué argumenta el libro de Chang, frente a lo que su editorial dice que examina. Y qué causó qué en octubre de 1900: el orden de los hechos queda registrado y la pregunta causal queda abierta.

Qué podría cambiar la conclusión

Una lectura del argumento de Chang, y no de la descripción de su editorial, zanjaría qué establece ese estudio sobre romper el círculo. Mostrar que algún patrón de medida se validó sin apoyarse nunca en instrumentos que después juzgó estrecharía lo que la sección 3 declina generalizar. Sobre el residuo, importaría una teoría sucesora que cubriera el mismo dominio observacional y no reprodujera la cifra con la precisión pertinente; una que cubriera otro terreno no. Y una decisión metrológica que dejara de fijar una constante definitoria la devolvería a la medida.

Una idea para recordar

Los números llegan a menudo antes que las teorías que los explican, así que pregunta ante qué respondía una medida antes de preguntar si es verdadera.

KNO-012 · Experimentos y control de variables

En breve

En un diseño comparativo con asignación, un experimento compra una sola cosa: el investigador decide quién recibe qué, de modo que la razón por la que un grupo recibió el tratamiento tiene respuesta conocida en lugar de desconocida. Los experimentos sin asignación quedan fuera de lo que sigue. Todo lo demás del método protege esa propiedad. La decisión misma es por tanto el punto vulnerable, y la palabra aleatorización cubre ahí dos tareas distintas: generar una secuencia que nadie pueda predecir y ocultar esa secuencia a quien recluta participantes. Las normas de publicación las numeran por separado, y los ensayos juzgados con ocultación inadecuada declaran efectos mayores que los juzgados con ocultación adecuada. La ocultación se detiene en el momento de la asignación. El enmascaramiento es otro instrumento, no siempre está disponible, e importa más quién quedó enmascarado que si aparece la palabra. Donde nadie puede asignar nada, la comparación hay que encontrarla, y afirmar que su variación es como si fuera aleatoria es un supuesto sobre el mundo y no un hecho sobre el diseño. Lo más difícil es un resultado en disputa, donde los juicios sobre competencia y sobre la respuesta se mueven juntos.

Por qué importa

Las protecciones que aquí se tratan pueden ser la diferencia entre una comparación cuya garantía es defendible y otra cuyo resultado aparente desborda su diseño. Y son además invisibles en el resultado: un ensayo declara un tamaño de efecto igual tanto si su secuencia estuvo oculta como si no, y la cifra que sale no lleva marca alguna de la disposición que la produjo. Leer bien un experimento consiste por eso en leer lo que se hizo antes de que los datos existieran, que es la parte que un resultado publicado menos suele mostrar y de la que más suele depender.

Qué sabemos

Fisher tituló la sección 9 de *The Design of Experiments* «Randomisation; the Physical Basis of the Validity of the Test», y sostuvo allí que la simple precaución de la aleatorización basta para garantizar la validez de la prueba de significación. Es una afirmación sobre la validez de una prueba y no sobre el equilibrio de ningún experimento concreto, y el contexto deja claro además que la validez no equivale a afirmar que la aleatorización elimine todas las demás fuentes evitables de error. La lista CONSORT 2010 recoge la generación de la secuencia, el mecanismo de ocultación y el enmascaramiento como tres puntos numerados por separado. Schulz y colaboradores, comparando ensayos según lo adecuado de su ocultación, informan de razones de momios exageradas en un 41 % con ocultación inadecuada y en un 30 % con ocultación poco clara. El manual Cochrane dice que la ocultación evita el sesgo antes de la asignación y hasta ella y, dentro de los ensayos aleatorizados que el manual describe, puede implementarse siempre, que el enmascaramiento lo evita después y no siempre puede, y que el de quienes evalúan el resultado se considera aparte. El documento del comité del premio enuncia que muchas preguntas importantes no pueden estudiarse con experimento aleatorizado controlado, y define el experimento natural. Collins formula el regreso en un pasaje que Franklin cita, y Franklin sostiene que puede romperse mediante argumentación razonada.

Qué no sabemos todavía

Si las secuencias estaban correctamente generadas en los ensayos cuya ocultación se juzgó inadecuada, ya que la comparación de Schulz ordena por ocultación y no por generación. Hasta dónde viajan las cifras de exageración más allá del conjunto de ensayos examinados, siendo una asociación entre un rasgo declarado y los tamaños de efecto declarados y no una distancia respecto de una verdad conocida. Si la variación de un experimento natural concreto es de veras como si estuviera asignada al azar, que es un supuesto sobre el mundo y no un hecho sobre el diseño. Y si el regreso puede romperse en un caso disputado dado, donde Collins y Franklin quedan registrados sin que se adopte ninguno.

Qué podría cambiar la conclusión

Una comparación que ordenara los ensayos según lo adecuado de la generación de la secuencia y no de la ocultación diría algo sobre la mitad del par que esta evidencia deja intacta. Estudios de ocultación fuera de los ensayos aleatorizados que el manual Cochrane describe pondrían a prueba hasta dónde llega ese siempre. Para un experimento natural, evidencia que cerrara las vías que la definición deja abiertas, la selección ejercida por alguien distinto de los sujetos, la anticipación del suceso y las diferencias sistemáticas que el suceso acompaña, acercaría el argumento a la garantía procedimental que sustituye.

Una idea para recordar

En los diseños comparativos con asignación aquí tratados, la asignación sustituye la razón desconocida de por qué estas unidades y no aquellas por un procedimiento, y el resto la defiende.

KNO-013 · Modelos, mapas y realidad

En breve

Un modelo representa una parte elegida del mundo y no el mundo, así que preguntar si es bueno es preguntar para qué se construyó. Dejar algo fuera no es lo mismo que equivocarse: una abstracción omite, una idealización distorsiona a propósito, y solo la segunda afirma una falsedad deliberadamente. El criterio es la intención, porque lo que quien modeliza corregiría al advertirlo es un error y lo que defendería tiene que ganarse su sitio. Una posición desarrollada sostiene que las leyes más unificadoras son las menos descriptivas, y aquí se registra sin adoptarse. Una restricción de 1966 dice que generalidad, detalle conservado y precisión no pueden maximizarse a la vez en un modelo manejable; una objeción niega que ese intercambio sea necesario, no que ocurra. La frase famosa sobre que los modelos son erróneos está en un documento distinto del que suele citarse. Si las partes de un modelo son reales queda abierto, pero el ajuste nunca se acredita solo.

Por qué importa

Un modelo en uso no es una copia pequeña de nada, y la pregunta útil sobre él no es si es verdadero sino para qué se construyó y a qué renunció al hacerlo. Sin eso, un modelo se descarta por las partes que nunca reclamó o se le confía un alcance que nunca tuvo. Las distinciones que aquí se hacen son las que permiten a quien lee preguntar qué falsedad se eligió, qué compró, y si una formulación memorable está soportando una carga que su fuente no sostiene.

Qué sabemos

La formulación de referencia enuncia que muchos modelos científicos son representacionales y están en lugar de una parte o un aspecto seleccionados del mundo, y que los modelos idealizados implican una simplificación o distorsión deliberada orientada a hacerlos tratables. De Cartwright se recoge, desde la descripción editorial del libro y no desde su argumento, que las leyes explicativas fundamentales no describen regularidades de la naturaleza mientras que las leyes localizadas y las entidades teóricas sí pueden leerse en clave realista. Levins escribió en 1966 que generalidad, realismo y precisión no pueden maximizarse a la vez en un modelo manejable, y realismo significa allí detalle conservado. Orzack y Sober rechazan la necesidad de ese intercambio. El artículo de 1976 argumenta contra la elaboración y una comprobación directa confirma que la frase famosa no está en él; la redacción literal aparece en un informe técnico de 1979. La obra de referencia da el realismo científico como creencia en el contenido observable e inobservable, y la adecuación empírica de van Fraassen, citada dentro de esa misma entrada, como verdad sobre lo observable.

Qué no sabemos todavía

Si las partes inobservables de un modelo que funciona corresponden a algo real, cuestión para la que este artículo enuncia los dos criterios y no zanja ninguno. Si la posición de Cartwright resiste una lectura del propio argumento, ya que lo que aquí se recoge procede de una descripción editorial. Con qué frecuencia se atribuye mal la frase famosa, para lo que no se consultó ningún estudio bibliométrico. Y si, en un caso concreto, generalidad, detalle conservado y precisión se intercambian de hecho, que es lo que la objeción deja abierto al negar solamente que deban hacerlo.

Qué podría cambiar la conclusión

Una lectura del argumento de Cartwright, y no de la descripción de su editorial, zanjaría si la posición es la que aquí se enuncia. Un estudio bibliométrico convertiría la atribución errónea de observación en frecuencia medida. Sobre la restricción, un caso en que las tres propiedades mejoren a la vez no refutaría a Levins tal como él la formuló, pero demostrar que deben intercambiarse en alguna clase concreta de modelos estrecharía la objeción. Sobre el realismo, un argumento que muestre que el éxito autoriza la creencia sin suponer lo que quiere probar movería una cuestión que este artículo deja abierta.

Una idea para recordar

Un modelo es una descripción falsa deliberada con un trabajo, así que pregunta qué trabajo, qué se dejó fuera, qué se distorsionó a propósito y qué costó.

KNO-014 · Causalidad y correlación

En breve

Si dos variables cambian conjuntamente, varias estructuras pueden explicar el patrón. Una puede causar la otra. Una tercera variable puede influir en ambas. El resultado puede causar parcialmente la supuesta exposición. La selección de quién entra en el conjunto de datos puede inducir una asociación. El azar y los procesos de medida también pueden contribuir. Por ello, la inferencia causal empieza definiendo una pregunta causal, la intervención o contraste de interés y qué diseño o supuestos permitirían que los datos observados respondieran a esa pregunta. La aleatorización es potente porque la asignación al azar puede, si se implementa correctamente, romper los vínculos sistemáticos entre la asignación del tratamiento y las causas basales del resultado. Los estudios observacionales no disponen de esa protección por diseño, pero no están limitados a describir correlaciones. Pueden recurrir al diseño, al conocimiento sustantivo, a diagramas causales, emparejamiento o ponderación, variables instrumentales, controles negativos, análisis de sensibilidad y emulación explícita de un ensayo objetivo. Ninguna de estas técnicas convierte automáticamente los datos en causalidad. Cada una identifica un efecto causal solo bajo determinadas condiciones.

Por qué importa

La medicina, la ingeniería, la economía, la ciencia del clima y la política pública necesitan a menudo saber qué ocurriría si se cambiara una exposición, tratamiento, variable de proceso o política. Una asociación puede motivar esa pregunta, pero no responderla por sí sola. La diferencia importa porque predecir e intervenir no son la misma tarea. Comprender el puente inferencial entre correlación y causalidad ayuda a ver por qué diseño, tiempo, supuestos causales y diagnósticos de sesgo forman parte de la evidencia.

Qué sabemos

La asociación y el efecto causal son objetivos distintos. La aleatorización, los diagramas causales, los resultados potenciales, los controles negativos, las variables instrumentales y la emulación de ensayos objetivo hacen inspeccionables partes diferentes del problema causal. Su fuerza probatoria procede del diseño y de los supuestos, no solo de la estimación estadística.

Qué no sabemos todavía

Los datos observados no pueden establecer por sí solos la dirección causal, la ausencia de confusión no medida, una restricción de exclusión válida o la corrección de un grafo causal supuesto. Esas cuestiones requieren conocimiento externo, información de diseño y pruebas cuyo alcance también es limitado.

Qué podría cambiar la conclusión

La confianza en una afirmación causal debe cambiar si nueva evidencia revela confusión oculta, orden temporal violado, sesgo de medida, controles negativos fallidos, falta de solapamiento, un instrumento inválido o una especificación de ensayo objetivo que ya no corresponde al proceso real.

Una idea para recordar

La inferencia causal empieza cuando una asociación se conecta con una pregunta de intervención bien definida mediante diseño y supuestos explícitos y contrastables.

KNO-015 · Incertidumbre y probabilidad

En breve

Un número sin declaración de incertidumbre puede parecer más exacto de lo que permite la evidencia. Sin embargo, añadir « $\pm$ » no basta. El intervalo puede describir el comportamiento en muestreos repetidos, una distribución de probabilidad asignada a un mensurando, una distribución posterior bayesiana, una distribución predictiva o una convención basada en un factor de cobertura. Son objetos que responden a preguntas distintas. La disciplina práctica es, por tanto: identificar la magnitud de interés; enumerar las fuentes materiales de incertidumbre; decidir cuáles pueden representarse probabilísticamente; especificar el marco inferencial; propagar la incertidumbre a través del modelo de medida o estadístico; examinar la sensibilidad a los supuestos; y explicar qué significa realmente el intervalo o la probabilidad resultante. La probabilidad puede organizar la incertidumbre. No puede borrar los supuestos, las omisiones desconocidas ni la mala especificación del modelo. La idea práctica es separar el resultado observado de los supuestos que lo conectan con la interpretación. Cada herramienta reduce algunas ambigüedades y deja otras abiertas; por eso el análisis debe declarar qué puede identificar, qué depende de condiciones adicionales y qué observación podría contradecir la conclusión. La precisión formal no elimina por sí sola esos límites.

Por qué importa

Las decisiones científicas suelen tomarse bajo incertidumbre, pero incertidumbres distintas exigen respuestas distintas. Un intervalo estrecho puede coexistir con un modelo mal especificado; un instrumento preciso puede medir la cantidad equivocada; una probabilidad puede estar bien calculada y excluir el desconocimiento más importante. Tratar todas las incertidumbres como intercambiables produce falsa precisión. Distinguir qué se mide, qué se muestrea, qué se modeliza y qué queda fuera del modelo es esencial para interpretar la evidencia y comunicar la fuerza de una conclusión.

Qué sabemos

La incertidumbre puede proceder de la medida, el muestreo, los parámetros, la predicción, la estructura del modelo y el juicio, y esas fuentes no son intercambiables. Los intervalos y probabilidades estadísticas adquieren significado dentro de su marco inferencial, mientras el análisis de sensibilidad expone la dependencia de los supuestos.

Qué no sabemos todavía

Ningún intervalo finito contiene automáticamente todo desconocimiento relevante. Omisiones estructurales, mecanismos no modelizados y posibilidades realmente imprevistas pueden permanecer fuera de un modelo probabilístico aunque la aritmética dentro de él sea correcta.

Qué podría cambiar la conclusión

Una conclusión debe revisarse si cambia la calibración, nuevos datos amplían o reducen la incertidumbre muestral, estructuras de modelo alternativas ajustan de forma comparable, los análisis de sensibilidad revelan supuestos frágiles o mecanismos ignorados pasan a ser plausibles y relevantes.

Una idea para recordar

Representa la incertidumbre en la forma que corresponde a la afirmación y declara qué desconocimientos importantes quedan fuera del cálculo.

KNO-016 · Cómo se construye la evidencia: integrando las herramientas

En breve

La evidencia científica es un argumento estructurado con anclajes empíricos. Una afirmación gana credibilidad cuando las mediciones son trazables, el diseño aborda las alternativas relevantes, el modelo es apropiado para la pregunta, la incertidumbre se representa honestamente y análisis o estudios independientes exponen la afirmación a modos de fallo diferentes. Ninguna etiqueta como «revisado por pares», «estadísticamente significativo», «replicado» o «aleatorizado» garantiza corrección. La fuerza de la evidencia depende del ajuste entre pregunta y método, de la magnitud y dirección de los posibles sesgos, de la consistencia entre estudios relevantes, de la precisión, de la directitud y de la transparencia. La idea práctica es separar el resultado observado de los supuestos que lo conectan con la interpretación. Cada herramienta reduce algunas ambigüedades y deja otras abiertas; por eso el análisis debe declarar qué puede identificar, qué depende de condiciones adicionales y qué observación podría contradecir la conclusión. La precisión formal no elimina por sí sola esos límites.

Por qué importa

Los científicos rara vez observan una conclusión directamente. Observan huellas, medidas o resultados y los conectan con una afirmación mediante diseño, modelos, supuestos y conocimiento de fondo. Cuando esos vínculos quedan implícitos, el desacuerdo es difícil de diagnosticar y los fallos de replicación son difíciles de interpretar. Hacer explícita la cadena probatoria aclara dónde un resultado es fuerte, dónde depende de supuestos y qué nueva observación podría cambiarlo. Eso importa para la práctica científica y para decidir cuánta confianza merece una afirmación.

Qué sabemos

La evidencia se construye conectando afirmaciones precisas con observaciones mediante medida, diseño, modelos y supuestos inferenciales. Replicación, reproducibilidad, triangulación, directitud y transparencia refuerzan vínculos distintos, sobre todo cuando sus modos de fallo no son compartidos.

Qué no sabemos todavía

Ninguna auditoría garantiza que se hayan imaginado todas las alternativas relevantes, que todas las fuentes de sesgo sean independientes o que un modelo bien apoyado sea la única explicación posible. La evidencia puede fortalecerse sin convertirse en conclusión lógica final.

Qué podría cambiar la conclusión

La evaluación probatoria debe cambiar si falla la calibración de una medida clave, el diseño permite una explicación alternativa, se rompe una predicción del modelo, una replicación comparable fracasa o un método con estructura de error diferente contradice el resultado existente.

Una idea para recordar

La evidencia fuerte no es una pila de resultados, sino una cadena de apoyo cuyos supuestos, errores y pruebas pueden inspeccionarse.

KNO-017 · ¿Son las matemáticas un lenguaje?

En breve

Una expresión matemática tiene sintaxis: los símbolos aparecen en disposiciones permitidas. En un sistema formal, unas reglas pueden determinar qué expresiones están bien formadas y qué inferencias están autorizadas. Eso hace que algunas partes de las matemáticas se parezcan a un lenguaje en un sentido técnico preciso. Pero los símbolos no llevan incorporada por sí solos su interpretación científica. Una misma estructura formal puede interpretarse en dominios diferentes, y una ecuación científica solo adquiere contenido empírico cuando cantidades, unidades, mediciones y reglas de correspondencia la conectan con observaciones. Las demostraciones matemáticas ordinarias tampoco suelen escribirse como derivaciones completamente formales. Mezclan símbolos con prosa, diagramas, convenciones y pasos omitidos que los lectores formados pueden reconstruir. Llamar a las matemáticas «un lenguaje» es, por tanto, útil si significa que proporcionan sistemas de representación con sintaxis, reglas inferenciales y convenciones aprendidas. Se vuelve engañoso si implica que las matemáticas son simplemente otra lengua natural, que la notación constituye significado por sí misma o que la eficacia de las matemáticas demuestra que la realidad literalmente habla matemáticas.

Por qué importa

Llamar lenguaje a las matemáticas puede iluminar cómo notación, sintaxis y convenciones compartidas hacen portable el razonamiento, pero la metáfora también puede ocultar diferencias entre manipulación formal, demostración, significado e interpretación empírica. La cuestión importa porque las matemáticas son centrales en casi toda ciencia cuantitativa y sus símbolos parecen a menudo más autosuficientes de lo que son. Entender qué aporta la notación y qué no puede aportar por sí sola ayuda a separar validez matemática de adecuación del modelo, cálculo de explicación y precisión formal de afirmaciones sobre el mundo.

Qué sabemos

Las matemáticas utilizan lenguajes formales con sintaxis e interpretación, y la notación puede hacer el razonamiento más inspeccionable y manejable. Sin embargo, demostración, significado, modelización y explicación dependen de prácticas e interpretaciones que no se agotan en cadenas de símbolos.

Qué no sabemos todavía

La analogía lingüística no resuelve qué son las matemáticas, por qué sus estructuras se aplican con tanta eficacia en ciencia ni si los objetos matemáticos se descubren, se inventan o se describen de otra manera.

Qué podría cambiar la conclusión

El alcance de la analogía debe reconsiderarse si una propuesta explica la notación formal pero no la demostración, la interpretación, la abstracción o la modelización aplicada, o si otro marco captura mejor esas funciones sin tratar toda la matemática como lingüística.

Una idea para recordar

Las matemáticas contienen lenguajes y los usan poderosamente, pero el conocimiento matemático es más amplio que los sistemas formales en que se escribe.

KNO-018 · Imágenes, diagramas y visualización

En breve

Una representación visual puede reducir trabajo cognitivo porque las relaciones espaciales pueden hacer explícitos patrones que la prosa deja implícitos . Pero los canales visuales no tienen la misma precisión: la posición sobre una escala común suele decodificarse con mayor exactitud que el área o el ángulo . Los ejemplos clásicos de Anscombe muestran por qué los resúmenes numéricos pueden ocultar estructuras radicalmente distintas . Sin embargo, un gráfico no es la realidad en bruto. Las decisiones de diseño seleccionan variables, escalas, codificaciones y vistas . Los mapas de color pueden introducir fronteras perceptivas falsas o énfasis desiguales . Las imágenes científicas también son datos numéricos: el ajuste de contraste, el filtrado, la segmentación y la reconstrucción pueden revelar estructuras útiles, pero también borrar o inventar rasgos aparentes si el flujo de trabajo no se controla y documenta . La pregunta correcta no es si una figura resulta atractiva, sino qué transformación la produjo, qué tarea facilita, qué incertidumbre o información suprime y si otro lector puede reconstruir ese recorrido.

Por qué importa

La ciencia moderna depende de intermediarios visuales: imágenes microscópicas, mapas, espectros, simulaciones, diagramas de redes, mapas de calor y gráficos estadísticos. Una figura puede ser el primer lugar donde aparece un valor atípico, un efecto de lote o una relación no lineal. Eso convierte la visualización en parte de la investigación, no solo de la presentación. El mismo poder crea riesgo: una representación puede exagerar diferencias débiles, ocultar extremos o convertir decisiones de procesamiento en rasgos aparentemente naturales. Tratar la visualización como instrumento epistémico somete sus transformaciones al mismo escrutinio que medidas y modelos.

Qué sabemos

Las representaciones visuales transforman datos en codificaciones espaciales y perceptivas. Esas decisiones afectan a qué patrones resultan fáciles de detectar, con qué precisión se decodifican las cantidades y qué aspectos de adquisición o procesamiento quedan visibles para el lector.

Qué no sabemos todavía

No existe una codificación visual óptima para toda tarea, audiencia o conjunto de datos, y un renderizado atractivo o reproducible no establece la corrección de la interpretación científica. Puede quedar estructura importante fuera de la vista elegida.

Qué podría cambiar la conclusión

Larkin y Simon mostraron que representaciones informacionalmente equivalentes pueden diferir en eficiencia computacional: un diagrama espacial puede hacer explícitas relaciones que una descripción enunciativa deja por derivar . Esto no significa que los diagramas sean universalmente superiores. Su ventaja depende de la tarea y de qué relaciones hace fáciles de inspeccionar la representación.

Una idea para recordar

Una figura científica funciona como evidencia cuando su transformación desde los datos de origen es apropiada, inspeccionable y reconstruible.

KNO-019 · Datos, tablas y registros

En breve

Los datos se convierten en evidencia duradera solo cuando su estructura y su historia siguen siendo interpretables. Las tablas facilitan algunas comparaciones, pero la comodidad de las hojas de cálculo también puede ocultar unidades, tipos, fórmulas o convenciones de valores ausentes. Los metadatos conservan el contexto necesario para entender qué significan los valores. La procedencia registra cómo se produjeron o transformaron los datos. El versionado importa porque citar «el conjunto de datos» es ambiguo si el objeto cambia, mientras que los identificadores persistentes estabilizan la referencia sin sustituir la documentación. Los valores ausentes deben representarse explícitamente porque ausencia, no detección y no aplicabilidad no son el mismo estado. Los «datos brutos» tampoco son necesariamente intactos: instrumentos y sistemas de adquisición pueden haber aplicado calibración o procesamiento. Preservar tiene éxito solo si futuros usuarios pueden reconstruir suficientemente la cadena desde observación hasta análisis. Un buen registro no es solo un archivo que sobrevive, sino uno cuyo significado, linaje y versión siguen siendo auditables.

Por qué importa

La ciencia moderna depende de registros que sobreviven al momento de la observación. Las mediciones se copian en tablas, se transforman con software, se combinan con metadatos, se depositan en repositorios y se citan en trabajos posteriores. Cada paso puede conservar información o destruir contexto silenciosamente. Un conjunto de datos puede estar numéricamente intacto y resultar inutilizable si faltan definiciones de variables, unidades, exclusiones o historia de procesamiento. El problema importa para reproducibilidad, reanálisis, corrección de errores y preservación a largo plazo. Entender los registros como objetos estructurados, versionados y con procedencia permite distinguir «los datos siguen existiendo» de la afirmación más fuerte de que otra persona todavía puede comprender qué significan y cómo llegaron a ser evidencia.

Qué sabemos

Sabemos que una organización tabular explícita puede facilitar el análisis de variables y observaciones, que las convenciones de hoja de cálculo pueden reducir ambigüedades evitables y la mezcla de contenido original y derivado, que la procedencia puede representar entidades, actividades y agentes implicados en la producción de datos, y que la citación de datos exige suficiente especificidad para identificar el objeto o la versión citados. NIST RDaF Version 2.0 trata explícitamente los metadatos, la procedencia, el versionado, los instrumentos, las operaciones de procesamiento y la reproducibilidad como partes de la gestión de datos de investigación. Las National Academies vinculan asimismo la reproducibilidad con el acceso a los datos y a la información computacional necesarios para volver a calcular resultados.

Qué no sabemos todavía

Ninguna estructura universal de registro garantiza la interpretabilidad futura. Distintas disciplinas requieren diferentes unidades, metadatos, granularidad de procedencia, periodos de conservación y formas de representar datos ausentes. Tampoco la documentación por sí sola establece que las mediciones sean válidas o que el análisis responda a la pregunta científica correcta.

Qué podría cambiar la conclusión

Las conclusiones metodológicas de este artículo tendrían que revisarse si apareciera evidencia de que estas distinciones fallan de forma sistemática en dominios importantes, si modelos de procedencia o versionado más eficaces sustituyeran las prácticas actuales, o si futuras infraestructuras hicieran recuperables por otros medios algunos registros contextuales que hoy son necesarios. Los cambios de herramienta no eliminarían el requisito de fondo: que un lector pueda identificar e interpretar el objeto probatorio realmente utilizado.

Una idea para recordar

Los datos conservan conocimiento solo cuando el registro preserva suficiente significado, procedencia y contexto de versión para que los valores puedan interpretarse.

KNO-020 · Revisión, consenso y desacuerdo

En breve

La revisión por pares, la publicación, el consenso y el desacuerdo son etapas o señales dentro de la evaluación científica, no sustitutos de la evidencia subyacente. Los revisores pueden descubrir debilidades antes de publicar, aunque revisores distintos pueden destacar riesgos diferentes de manera razonable. La publicación amplía el escrutinio en lugar de terminarlo. El consenso resulta más informativo cuando registra convergencia entre evidencia, métodos y examen crítico, sin dejar de ser revisable. Una posición minoritaria no queda descalificada por ser minoritaria, pero tampoco adquiere por ello apoyo evidencial equivalente. El desacuerdo productivo identifica dónde divergen las interpretaciones y qué observación, análisis o replicación podría discriminarlas. Las correcciones y retractaciones pueden revelar debilidades, pero también mostrar que el registro académico sigue abierto a reparación. Para el lector, la tarea práctica es preguntar qué se revisó, qué evidencia sostiene la afirmación, dónde reside el desacuerdo y qué podría cambiar el balance evidencial en la práctica.

Por qué importa

La discusión pública comprime a menudo la evaluación científica en eslóganes: «revisado por pares» se trata como un sello de verdad, «consenso científico» como una votación y «los científicos discrepan» como prueba de que el conocimiento se ha derrumbado. Esos atajos ocultan la diferencia entre la evidencia y los procedimientos sociales usados para someterla a escrutinio. La distinción importa cuando los artículos se contradicen, los comités de expertos emiten evaluaciones, una interpretación minoritaria desafía la dominante o una corrección modifica el registro publicado. Entender qué pueden y qué no pueden establecer revisión y consenso permite juzgar controversias sin venerar la autoridad ni confundir desacuerdo con parálisis epistémica.

Qué sabemos

- La revisión por pares estructurada puede revelar problemas antes de la publicación, pero los juicios de los revisores varían y no son certificados de verdad. - Las decisiones editoriales pueden incorporar recomendaciones de revisores en conflicto en vez de limitarse a contar votos. - La reproducibilidad y la replicabilidad amplían el escrutinio más allá de la publicación y pueden reforzar, matizar o cuestionar afirmaciones. - Los procesos formales de consenso científico pueden combinar revisión de evidencia, deliberación experta y revisión independiente. - Las correcciones pueden preservar un registro auditable de errores encontrados después de publicar.

Qué no sabemos todavía

No existe una conversión numérica universal entre «grado de acuerdo experto» y probabilidad de que una afirmación sea verdadera. Los campos también emplean modelos de revisión, estándares de evidencia y mecanismos de formación de consenso distintos. La fiabilidad de esos procesos depende de la pregunta, la evidencia, los incentivos y la independencia de las personas y métodos implicados.

Qué podría cambiar la conclusión

La evidencia de que un modelo de revisión falla sistemáticamente al detectar errores importantes, que un proceso de consenso suprime contraevidencia relevante o que un modelo minoritario produce repetidamente mejores predicciones debería reducir la confianza en la evaluación predominante. A la inversa, pruebas independientes repetidas que eliminen alternativas plausibles deberían aumentarla.

Una idea para recordar

Revisión, consenso y desacuerdo organizan la crítica; su valor epistémico depende de la evidencia, los procedimientos y las pruebas discriminantes que hacen visibles.

KNO-021 · Ciencia abierta y reproducibilidad

En breve

La ciencia abierta no es un interruptor llamado «compartirlo todo». Es un conjunto de controles que vuelve más inspeccionable el trabajo científico. La reproducibilidad suele preguntar si los mismos datos y procedimientos computacionales producen el mismo resultado; la replicabilidad pregunta si nuevos datos obtenidos para la misma cuestión generan resultados compatibles dentro de la incertidumbre pertinente. El preregistro puede separar predicciones de análisis escogidos tras ver los datos, pero no convierte un diseño débil en uno fuerte. Los informes registrados trasladan parte de la evaluación a antes de conocer los resultados, mientras que los datos y el código abiertos permiten inspeccionar transformaciones, exclusiones e implementación. Ninguna de estas prácticas garantiza la verdad. Su valor es procedimental: exponen más del camino entre observación y afirmación, conservan alternativas que de otro modo desaparecerían y abaratan la corrección. La apertura también tiene límites: privacidad, seguridad, consentimiento, propiedad intelectual y carga de curación pueden justificar acceso controlado. La meta es ciencia auditable, no divulgación sin fricción.

Por qué importa

La ciencia moderna depende a menudo de conjuntos de datos, scripts, instrumentos y decisiones que no aparecen en el artículo final. Cuando solo sobrevive la narración, investigadores posteriores pueden no saber si un desacuerdo nace de los datos, el preprocesamiento, las decisiones estadísticas, el software, la interpretación o una diferencia real en la naturaleza. Las prácticas de ciencia abierta intentan conservar esos puntos de decisión. Importan porque la crítica es uno de los mecanismos de corrección de errores de la ciencia, pero solo puede operar sobre lo inspeccionable. Las mismas prácticas revelan además una tensión: la apertura puede aumentar la auditabilidad y, al mismo tiempo, crear nuevas obligaciones de privacidad, gobernanza y conservación a largo plazo.

Qué sabemos

- Reproducibilidad y replicabilidad prueban tipos distintos de consistencia y no deben tratarse como sinónimos. - El preregistro puede hacer visible el momento en que se formularon hipótesis y decisiones analíticas. - Datos, código y procedencia abiertos pueden volver inspeccionable una parte mayor del análisis, pero el acceso sin contexto es insuficiente. - Versionado y correcciones visibles conservan a qué objeto científico se refiere una afirmación.

Qué no sabemos todavía

- Cuánto mejora cada intervención de ciencia abierta la fiabilidad en disciplinas y diseños distintos. - Qué combinaciones de apertura y acceso controlado preservan mejor auditabilidad y privacidad legítima. - Cuánto tiempo siguen siendo ejecutables los objetos de investigación actuales cuando cambian software y hardware. - Cómo alteran los incentivos el uso real, y no solo la adopción nominal, de prácticas abiertas.

Qué podría cambiar la conclusión

- Evaluaciones amplias entre disciplinas que muestren que una práctica promovida no añade auditabilidad ni fiabilidad en uso real. - Evidencia de que un control destinado a reducir comunicación selectiva crea distorsiones mayores de las que evita. - Nuevos métodos de preservación de privacidad que vuelvan rutinarias y seguras formas hoy restringidas de escrutinio. - Estudios de conservación a largo plazo que muestren que repositorios y versionado actuales no mantienen interpretables los objetos de investigación.

Una idea para recordar

La ciencia abierta no certifica la verdad; conserva más del camino evidencial para que otros puedan inspeccionarlo, reproducirlo, discutirlo, corregirlo y reutilizarlo.

KNO-022 · La computación como memoria externa

En breve

Los humanos trasladan rutinariamente trabajo cognitivo al entorno: escribimos listas, dibujamos diagramas, ponemos recordatorios y ordenamos objetos para que el mundo cargue con parte de la tarea. La investigación sobre descarga cognitiva trata esto como estrategia general, no como anomalía. Los ordenadores amplían la misma lógica. Pueden conservar estados simbólicos exactos, repetir procedimientos y transformar representaciones a escalas que la memoria sin ayuda no puede manejar. Las representaciones externas cambian además la estructura del pensamiento, no solo su carga de almacenamiento. Motores de búsqueda e información en red pueden desplazar la memoria hacia saber dónde encontrar la información. En ciencia, el código ejecutable puede conservar un procedimiento con más precisión que la prosa, sobre todo si documentación y cómputo permanecen unidos. Pero la computación no es memoria neutral. Formatos, versiones, interfaces y automatización modelan qué sobrevive y qué resulta fácil. Un ordenador puede conservar perfectamente un error. Su valor epistémico surge al acoplar memoria externa con procedencia, interpretación y controles.

Por qué importa

Muchos resultados científicos dependen hoy de cadenas de cómputo demasiado largas para reproducirse mentalmente y demasiado detalladas para describirse por completo en prosa. La cuestión práctica ya no es si los humanos usan memoria externa, sino cuán fiable es esa memoria. Scripts, cuadernos, bases de datos e historiales de versiones pueden conservar pasos de razonamiento entre tiempos y personas. También pueden separar a los usuarios de los supuestos incorporados en esos pasos. Entender la computación como memoria externa ayuda a distinguir tres cosas que suelen confundirse: almacenar información, ejecutar un procedimiento y comprender qué significa ese procedimiento.

Qué sabemos

- Las personas usan representaciones y acciones externas para reducir demanda cognitiva interna. - Las representaciones externas pueden cambiar estructura y coste del razonamiento, no solo necesidades de almacenamiento. - La expectativa de acceso externo puede afectar qué se recuerda de la información y su ubicación. - El código ejecutable puede conservar procedimientos con más especificidad operativa que la prosa por sí sola.

Qué no sabemos todavía

- Cómo distintas formas de descarga cognitiva remodelan aprendizaje a largo plazo y no solo rendimiento inmediato. - Qué dependencias computacionales deben conservarse para ejecutabilidad a escala de siglos. - Cuánto cambia la automatización la capacidad de detectar errores conceptuales y no solo de implementación. - Dónde debe situarse la responsabilidad en flujos humano-computador muy distribuidos.

Qué podría cambiar la conclusión

- Evidencia de que las representaciones externas perjudican sistemáticamente el razonamiento incluso controlando demanda y costes de recuperación. - Estudios a largo plazo que muestren que herramientas actuales de reproducibilidad no preservan flujos ejecutables pese a metadatos completos. - Demostraciones de que los errores de automatización se detectan fiablemente sin validación independiente, reduciendo la necesidad de controles redundantes. - Nuevos modelos cognitivos que expliquen la descarga sin papel funcional de memoria o representación externa.

Una idea para recordar

La computación gana poder epistémico cuando conserva no solo resultados, sino también estados, procedimientos y procedencia necesarios para entender cómo se produjeron.

KNO-023 · Cómo los grupos saben más que los individuos

En breve

Un grupo puede ganar poder epistémico de varias formas. Distintos miembros pueden conocer hechos distintos; estimaciones independientes pueden cancelar parte de los errores individuales; la discusión puede exponer contradicciones; roles especializados pueden conservar conocimiento que ninguna persona posee completo. Experimentos muestran que algunos grupos superan a su mejor miembro en tareas estructuradas de resolución de problemas. Los modelos de Hong y Page muestran cómo puede importar la diversidad de enfoques bajo supuestos especificados. Pero la agregación puede fallar. Lorenz y colegas encontraron que la influencia social puede reducir la diversidad de estimaciones sin mejorar necesariamente la precisión colectiva. Un grupo también puede amplificar sesgos compartidos, suprimir información minoritaria, seguir prestigio en lugar de evidencia o converger antes de explorar alternativas. La inteligencia colectiva exige por tanto arquitectura: mecanismos para obtener información independiente, asignar experiencia, registrar disenso, integrar aportaciones y revisar decisiones. La pregunta clave no es si los grupos son más sabios en general, sino qué estructuras preservan la información que los individuos poseen colectivamente.

Por qué importa

Ciencia, ingeniería, medicina e instituciones públicas dependen de grupos que deben combinar conocimiento distribuido entre personas. Ningún individuo lee todos los artículos, realiza todas las mediciones ni comprende todos los subsistemas. La fiabilidad del conocimiento colectivo depende por tanto del diseño organizativo tanto como de la experiencia individual. Un comité puede superar a cualquiera de sus miembros al combinar información complementaria o rendir peor al forzar acuerdo prematuro. Entender la diferencia importa porque el consenso suele tratarse como un simple recuento de cabezas de acuerdo. KNO-023 pregunta qué estructura de procesamiento de información produjo ese acuerdo.

Qué sabemos

- Los grupos pueden superar a su mejor miembro en algunas tareas intelectivas estructuradas. - Heurísticas diversas pueden mejorar la búsqueda grupal bajo supuestos de modelo especificados. - La influencia social puede reducir diversidad de estimaciones y debilitar algunos beneficios de agregación. - Patrones de interacción como el reparto de turnos se asocian con rendimiento colectivo en grupos de laboratorio.

Qué no sabemos todavía

- Hasta qué punto las medidas de inteligencia colectiva de laboratorio generalizan a instituciones duraderas y equipos expertos de alto riesgo. - Qué dimensiones de diversidad importan para qué tipos de problemas científicos e ingenieriles. - Cómo ponderar experiencia sin suprimir evidencia minoritaria informativa. - Cómo cambian la comunicación digital y la mediación por IA la independencia, conformidad y combinación de información en grupos humanos.

Qué podría cambiar la conclusión

- Evidencia robusta de que la estructura de interacción no añade valor predictivo controlando capacidad individual en tareas realistas. - Experimentos que muestren que la influencia social mejora fiablemente la precisión pese a reducir independencia en dominios amplios. - Estudios de campo donde diversidad de perspectivas relevantes perjudique sistemáticamente el rendimiento aun con integración eficaz. - Evidencia institucional de que mecanismos explícitos de conservación del disenso reducen en vez de mejorar detección de errores en decisiones comparables.

Una idea para recordar

Los grupos saben más que los individuos solo cuando su estructura conserva y combina información distribuida mejor de lo que conformidad, sesgo compartido o consenso prematuro la destruyen.

KNO-024 · Conocimiento perdido y sesgo de preservación

En breve

Los registros sobreviven a través de filtros. En arqueología, los objetos pasan del uso activo al contexto arqueológico mediante procesos culturales y naturales de formación, de modo que lo excavado ya está transformado. En paleontología, meteorización, transporte, enterramiento y mineralización hacen que unos organismos y ambientes tengan mucha más probabilidad que otros de entrar en el registro fósil. Los archivos añaden otra capa: personas e instituciones deciden qué documentar, conservar, clasificar y permitir consultar. Los medios digitales no eliminan la pérdida. Vines y colegas hallaron que la disponibilidad de conjuntos de datos disminuía fuertemente con la antigüedad del artículo en su muestra, ilustrando la fragilidad de datos dependientes de custodios individuales. La preservación digital exige migración, comprobación de integridad, metadatos y continuidad institucional, no mera copia. La lección metodológica es simple pero exigente: la ausencia en un registro superviviente solo es evidencia después de considerar los procesos que pudieron eliminar, ocultar o nunca registrar el objeto.

Por qué importa

Razonamos constantemente a partir de supervivientes: fósiles, cuadernos de laboratorio, expedientes administrativos, yacimientos, fotografías, conjuntos de datos y código fuente. Como esos supervivientes son visibles, pueden parecer el pasado mismo. No lo son. Todo registro tiene una historia de supervivencia, y esa historia puede estar correlacionada con la propiedad que queremos inferir. Los huesos grandes se conservan de forma distinta a tejidos frágiles; los archivos oficiales, de forma distinta al habla informal; los repositorios mantenidos, de forma distinta a discos olvidados. El sesgo de conservación importa cuando el mecanismo de supervivencia puede distorsionar frecuencia, diversidad o cronología aparentes.

Qué sabemos

- Los registros arqueológicos están moldeados por procesos de formación entre uso y recuperación. - La meteorización ósea y otros procesos tafonómicos afectan qué huellas biológicas sobreviven y cómo se interpretan. - Los archivos incorporan decisiones de creación, valoración, descripción y acceso en vez de ser contenedores neutrales. - Los conjuntos de datos pueden dejar de estar disponibles con el tiempo cuando la conservación depende de custodios individuales.

Qué no sabemos todavía

- Cuánto material no documentado se ha perdido ya de ecosistemas contemporáneos de investigación digital. - Cómo varían las probabilidades de conservación entre comunidades infrarrepresentadas y sistemas informales de registro. - Qué estrategias de preservación digital seguirán siendo interpretables tras cambios tecnológicos de siglos. - Cómo cuantificar mejor el sesgo de conservación cuando creación, pérdida y descubrimiento son inciertos.

Qué podría cambiar la conclusión

- Registros empíricos que muestren que clases importantes de evidencia supuestamente frágil se conservan al mismo ritmo que evidencia duradera en contextos relevantes. - Estudios archivísticos que demuestren que valoración y acceso no afectan de forma medible inferencias históricas posteriores en colecciones comparables. - Estudios longitudinales digitales que muestren pérdida insignificante de datos sin custodia institucional. - Nuevos métodos de conservación que vuelvan irrelevante a largo plazo la obsolescencia de formatos, software y metadatos.

Una idea para recordar

Un registro superviviente es evidencia sobre el pasado y sobre los procesos que seleccionaron qué podía sobrevivir; la ausencia solo se interpreta considerando ambos.