

FORMAS DE CONOCER

Edición juvenil

Veinticuatro preguntas para aprender a razonar con evidencia

Juan Segurola

Version v1.0 · 22 September 2026

© 2026 Juan Segurola. All Rights Reserved.

Cómo leer este volumen

Cada capítulo pregunta qué podemos concluir realmente, comprueba la evidencia, marca dónde hay que tener cuidado y termina con una pequeña pregunta de investigación. El lenguaje es más breve que en la edición científica, pero se conserva el límite de la evidencia.

Índice

KNO	Capítulo	Página
KNO-001	Una marca en una piedra	4
KNO-002	Contar antes de los números	5
KNO-003	De las marcas a los símbolos	6
KNO-004	De los símbolos a la escritura	7
KNO-005	Lenguaje oral y transmisión	8
KNO-006	Mapas y representación espacial	9
KNO-007	Calendarios y medida del tiempo	10
KNO-008	Instrumentos que amplían los sentidos	11
KNO-009	Archivos, bibliotecas y memoria colectiva	12
KNO-010	La clasificación como herramienta de conocimiento	13
KNO-011	Medir antes de teorizar	14
KNO-012	Experimentos y control de variables	15
KNO-013	Modelos, mapas y realidad	16
KNO-014	Causalidad y correlación	17
KNO-015	Incertidumbre y probabilidad	18
KNO-016	Cómo se construye la evidencia: integrando las herramientas	19
KNO-017	¿Son las matemáticas un lenguaje?	20
KNO-018	Imágenes, diagramas y visualización	21
KNO-019	Datos, tablas y registros	22
KNO-020	Revisión, consenso y desacuerdo	23

KNO	Capítulo	Página
KNO-021	Ciencia abierta y reproducibilidad	24
KNO-022	La computación como memoria externa	25
KNO-023	Cómo los grupos saben más que los individuos	26
KNO-024	Conocimiento perdido y sesgo de preservación	27

KNO-001 · Una marca en una piedra

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Observa tres marcas a tu alrededor. ¿Qué hechos puedes observar directamente y qué significados serían solo una suposición?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Coloca 7 objetos pequeños sobre una mesa. Busca dos formas distintas de conservar la cantidad exacta sin decir la palabra siete.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

Un arañazo 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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Inventa un símbolo con otra persona. ¿Qué regla debéis compartir para que funcione?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Intenta registrar una frase hablada usando solo dibujos. ¿Qué partes del lenguaje son difíciles de representar?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Cuenta una historia corta a alguien, pídele que la repita y compara qué cambió.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

- 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).

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Dibuja un mapa de tu habitación. Decide qué quieres conservar mejor: forma, distancia, dirección o puntos útiles.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Observa la Luna durante una semana. Fíjate en cómo un ciclo repetido puede ayudarnos a organizar el tiempo.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

El argumento completo de Collins sobre el regreso del experimentador queda fuera del alcance evidencial utilizado aquí y no se presenta como fundamento de una afirmación más fuerte. Qué dice sobre la recepción disputada el libro citado acerca del telescopio de Galileo, dado que la página del editor no la menciona y el pasaje en que se descansó procedía de otro ensayo.

Piensa como un investigador

Elige un termómetro o una regla. Escribe la cadena desde lo que se mide hasta el número que lees.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Imagina que solo puedes guardar cinco objetos de hoy para un museo. ¿Qué historia del futuro crearían tus elecciones?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Clasifica diez objetos de dos maneras diferentes. ¿Cómo cambia la clasificación cuando cambia el propósito?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Mide varias veces el mismo objeto. ¿Qué permanece estable y qué cambia?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Diseña una prueba justa con dos grupos. Cambia un factor previsto y mantén la comparación lo más clara posible.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Haz un modelo sencillo de algo conocido. Anota una simplificación útil y una pregunta que el modelo no pueda responder.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Piensa en dos cosas que suelen ocurrir juntas. Escribe al menos dos explicaciones distintas de una causalidad directa.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Repite una medición y anota qué cosas podrían hacer incierto el resultado.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Toma una afirmación de una noticia y dibuja una cadena: afirmación → evidencia → método → supuestos.

Recuerda

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?

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Explica una idea matemática una vez con símbolos y otra con palabras o un dibujo. ¿Qué cambia?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Dibuja el mismo pequeño conjunto de datos con dos tipos de gráfica. ¿Qué patrón se ve mejor o peor?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Crea una tabla pequeña y añade notas sobre unidades, fecha, fuente y cualquier cambio que realices.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

- 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.

Dónde hay que tener cuidado

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.

Piensa como un investigador

Toma un desacuerdo y anota qué evidencia podría distinguir realmente entre las explicaciones rivales.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

- 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.

Dónde hay que tener cuidado

- 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.

Piensa como un investigador

Imagina que otra persona debe reproducir tu experimento escolar. ¿Qué archivos, notas o pasos necesitaría?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

- 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.

Dónde hay que tener cuidado

- 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.

Piensa como un investigador

Escribe instrucciones cortas que un ordenador pueda repetir exactamente. ¿Dónde podría repetirse también un error sin detectarlo?

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

- 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.

Dónde hay que tener cuidado

- 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.

Piensa como un investigador

Pide a varias personas que hagan una estimación de forma independiente antes de hablar entre ellas. Compara respuestas individuales y grupales.

Recuerda

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

La pregunta

¿Qué podemos concluir realmente?

Respuesta corta

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.

Comprobación de la evidencia

- 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.

Dónde hay que tener cuidado

- 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.

Piensa como un investigador

Enumera tres razones por las que un objeto o registro del pasado podría desaparecer antes de que alguien pueda estudiarlo.

Recuerda

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