

Cos'è l'incertezza di misura, dunque?

Luca Mari

Tutto_Misure, 1, 2025

[23.2.25]

Cos'è l'incertezza di misura? Pur trattandosi di una domanda più filosofica che operativa, la questione è stata posta variamente in questi anni, e risposte anche molto diverse sono state proposte. Ma qual è il contenuto effettivo di questa domanda? A quanto pare, qualcuno crede che l'incertezza di misura sia “qualcosa là fuori”, che esiste indipendentemente da noi e dalla nostra comprensione. Di conseguenza costoro sostengono che il termine “incertezza di misura” ha un “vero significato”, che una definizione del concetto di ‘incertezza di misura’ dovrebbe elicitarne per essere corretta.

(Un breve riepilogo per il lettore che non ha familiarità con i fondamenti della semiotica, come presupposto anche di norme terminologiche come la ISO 1087, Terminology work and terminology science – Vocabulary (le citazioni seguenti sono traduzioni e riformulazioni semplificate).

- Usiamo il linguaggio per parlare *oggetti*, cioè “qualsiasi cosa percepibile o concepibile” (3.1.1),
- e a questo scopo creiamo *concetti*, cioè “unità di conoscenza” (3.2.7),
- e quindi *definizioni*, cioè “rappresentazioni di concetti mediante un'espressione che li descrive e li differenzia dai concetti correlati” (3.3.1),
- e *termini*, cioè “rappresentazioni di concetti mediante un segno che li denota con mezzi linguistici” (3.4.1 e 3.4.2).

Seguiamo qui le convenzioni notazionali sui delimitatori: l'incertezza di misura (senza delimitatori) è un oggetto, di cui abbiamo un concetto, ‘incertezza di misura’ (virgolette singole), designato in italiano con un termine, “incertezza di misura” (virgolette doppie.)

Ricordando che la misurazione è un processo che progettiamo ed eseguiamo, non un fenomeno naturale che accade, qualcun altro sottolinea che non c'è un “vero significato” di “incertezza di misura” (e di “risultato della misura” e di “misurazione”) da scoprire: come definire ‘incertezza di misura’ (e ‘risultato di misura’, e ‘misurazione’) è una questione su cui dobbiamo concordare. Ciò implica che tale definizione sia del tutto arbitraria? No, ovviamente, almeno perché nel formularla i principi e le regole della terminologia dovrebbero essere mantenuti a riferimento. Nel contesto di questo quadro concettuale diamo uno sguardo alla questione, anche in considerazione della possibilità che questa definizione sia rivista nella prossima edizione del *Vocabolario Internazionale di Metrologia (VIM)*.

Il punto di partenza

La storia è nota, ed è brevemente raccontata nella Premessa della *Guida all'espressione dell'incertezza di misura (GUM)*: “Nel 1977, riconoscendo la mancanza di accordo a livello internazionale circa l'espressione dell'incertezza di misura, il Comitato Internazionale dei Pesi e delle Misure (Comité International des Poids et Mesures, CIPM), la più alta autorità mondiale in ambito metrologico, chiese all'Ufficio Internazionale dei Pesi e delle Misure (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) di affrontare il problema, in collegamento con i laboratori metrologici nazionali, e di elaborare una raccomandazione”. Il risultato di questa iniziativa è la GUM stessa, un documento che “stabilisce le regole generali per la valutazione e l'espressione dell'incertezza di misura” (1. Scopo e campo di applicazione) (i testi italiani sono tratti dalla traduzione CEI UNI 70098-3).

Plausibilmente in accordo all'ipotesi che per “valutare ed esprimere” qualcosa occorre condividere almeno alcune informazioni di base su quel qualcosa, nella GUM sono state incluse

- alcune considerazioni preliminari sul “concetto di incertezza in quanto attributo quantificabile” (0.2), suggerendo così che l'incertezza è quantificabile, e quindi non già una proprietà quantitativa,

- alcune condizioni sulla “grandezza usata per esprimere l’incertezza” (0.4), suggerendo che l’incertezza può essere espressa – qualunque cosa significhi questa espressione così generica – da una grandezza, ma non è una grandezza in quanto tale, e anche
- alcune definizioni (2).

Il paragrafo 2.2.1 merita di essere citato integralmente e di essere letto con attenzione.

La parola “incertezza” significa dubbio, e pertanto “incertezza di misura”, nella sua accezione più ampia, significa dubbio circa la validità del risultato di una misurazione. Poiché non esistono parole diverse per esprimere questo concetto generale di incertezza e le specifiche grandezze che forniscono misure quantitative di tale concetto, per esempio lo scarto tipo, è necessario adottare la stessa parola “incertezza” per entrambi i significati.

Due note.

In primo luogo, “risultato di una misurazione” significa qui “valore attribuito a un misurando, ottenuto mediante misurazione” (B.2.11); nel frattempo il termine per questo concetto è stato cambiato in “valore misurato” (“valore di una grandezza che rappresenta un risultato di misura” nel VIM3, 2.10), così che nell’affermazione precedente si leggerebbe oggi:

... “incertezza di misura”, nella sua accezione più ampia, significa dubbio circa la validità del valore misurato...

In secondo luogo, il paragrafo citato è terminologicamente problematico, poiché confonde concetti e oggetti affermando

- che un termine (“incertezza”) esprime un concetto (il concetto generale di incertezza) e alcuni oggetti (alcune grandezze specifiche), e
- che si può misurare un concetto, e non un oggetto.

Potremmo perciò proporre la seguente riformulazione, in cui i riferimenti ai concetti vengono lasciati impliciti per rendere il messaggio più corretto e comunque più chiaro:

Il termine “incertezza” significa dubbio, e pertanto “incertezza di misura”, nella sua accezione più ampia, significa dubbio sulla validità del valore misurato. Poiché non esistono termini diversi per riferirsi al dubbio sulla validità del valore misurato e alle entità matematiche che forniscono informazioni quantitative su tale dubbio, per esempio lo scarto tipo, è necessario usare il termine “incertezza” in entrambi i casi.

Su questa base possiamo leggere “la definizione formale” della GUM (2.2.3):

incertezza (di misura): parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori che potrebbero ragionevolmente essere attribuiti al misurando

aggiornandola come abbiamo spiegato:

parametro, associato al valore misurato, che caratterizza la dispersione dei valori che potrebbero ragionevolmente essere attribuiti al misurando

In breve, nella GUM è riconosciuto che con il termine “incertezza” ci si può riferire sia a un’entità psicologica (il dubbio) sia a entità matematiche diverse (come lo scarto tipo), e ha adottato una “definizione formale” che fa riferimento a queste ultime. È da notare, inoltre, che in tale definizione non c’è un’esplicita menzione al delicato e controverso concetto di valore vero, forse con l’obiettivo di mantenere così una posizione accettabile dal numero più ampio possibile di soggetti:

- chi considera il valore vero (o il valor vero unico ai fini pratici, o un valore vero) del misurando come una componente necessaria per una corretta descrizione di una misurazione potrebbe interpretare la “attribuzione ragionevole” nella definizione in termini di stima di parametri;
- chi invece sostiene una posizione che non richiede o addirittura rifiuta i veri valori potrebbe interpretare quella “ragionevole attribuzione” per esempio in termini di elicitazione di conoscenza.

Data la posizione autorevole riconosciuta alla GUM negli ultimi 30 anni, questo può essere considerato il punto di partenza sul nostro argomento.

Cos’è in gioco

Nel 2023 è stato pubblicato il documento JCGM GUM-1, Guide to the expression of uncertainty in measurement – Part 1: Introduction, che include la seguente affermazione (3.4):

Measurement uncertainty is the doubt about the true value of the measurand that remains after making a measurement.

Pur non essendo presentata come una definizione formale, questa affermazione è interpretabile come una definizione, e l'analisi proposta sopra ne mostra le differenze radicali rispetto a quello che abbiamo considerato il punto di partenza, e ciò per tre ragioni, tutte relative a esplicite contraddizioni tra la GUM e la GUM-1.

– Primo, si rifiuta la molteplicità di significati del termine “incertezza di misura”, affermando che l'incertezza di misura è un oggetto (un dubbio). Pur fornendo una sola definizione, la GUM riconosce invece una pluralità di significati, garantendone una più ampia accettabilità.

– Secondo, si afferma che l'incertezza di misura è un'entità psicologica (un dubbio) anziché un'entità matematica (un parametro). Ci si potrebbe chiedere a quale scopo e come i metrologi si potrebbero riferire concretamente a un'entità psicologica nel loro lavoro di “valutare ed esprimere l'incertezza nella misura”.

- Terzo, si rende l'incertezza di misura dipendente al dubbio sul valore vero invece che alla dispersione dei valori che potrebbero ragionevolmente essere attribuiti al misurando, eventualmente interpretato come dubbio sulla validità del valore misurato. Si tratta di un importante cambiamento filosofico – dal dubbio sulla validità di un prodotto al dubbio su una verità – che richiederebbe una specifica e convincente giustificazione, ricordando anche i decenni di discussioni sul concetto di valore vero (perché i parametri dei modelli probabilistici hanno, senza problemi, valori veri, ma ciò che misuriamo sono proprietà empiriche degli oggetti, non parametri di modelli matematici. E affermare che un misurando deve avere un valore vero per rendere possibile il suo trattamento in un contesto probabilistico confonde le priorità, imponendo condizioni sull'oggetto dato il modello che si vuole usare, invece di imporre condizioni sul modello dato l'oggetto che si vuole modellare).

È perciò sorprendente che l'affermazione nella GUM-1 sia stata presentata come un dato di fatto, senza alcuna spiegazione o giustificazione.

Alcune semplici riflessioni

Il tono definitivo della citata affermazione della GUM-1 potrebbe far pensare che coloro che l'hanno scritta sostengano che il termine “incertezza di misura” abbia un “significato vero”. Se così fosse, costoro dovrebbero essere in grado di dimostrare la fonte di tale verità, e quindi forse anche di fornire una spiegazione del fatto peculiare che negli ultimi 30 anni più o meno tutti avevano dunque apparentemente torto sulla “vera natura” dell'incertezza di misura.

Se invece si sostiene che non esiste un “significato vero” di “incertezza di misura”, i tre cambiamenti radicali sopra menzionati perdono ogni necessità, e ciascuno di essi dovrebbe essere spiegato, fornendo ragioni che rendano accettabili i cambiamenti in questione.

Questo suggerimento non implica peraltro che, in quanto “documento fondativo”, la GUM sia esente da errori e non possa essere migliorata. Viceversa, è chiaro che in questi oltre 30 anni si è imparato tanto sull'incertezza di misura, e in particolare che la definizione di “incertezza di misura” come parametro è decisamente troppo ristretta, per diverse ragioni che non è necessario discutere qui. Ma la continuità concettuale è un valore da non sottovalutare, e se si concorda che una definizione è troppo specifica, la strada da percorrere è di renderla più generica (per esempio definendo ‘incertezza di misura’ come un'entità matematica, di cui un parametro è un caso specifico), mantenendo così la compatibilità con il passato, non di imporre un cambiamento della sua natura (da entità matematica a entità psicologica), cosa che implicherebbe più o meno esplicitamente che tutti coloro che hanno sostenuto la definizione precedente avevano torto.

In questa prospettiva, consideriamo nuovamente la posizione della GUM secondo cui

“incertezza di misura”, nella sua accezione più ampia, significa dubbio circa la validità del valore misurato

Cosa si intende con “validità del valore misurato” qui? Ha a che vedere con la domanda

– se il valore misurato è effettivamente il valore vero, o uno dei valori veri, del misurando? oppure

- se il valore misurato porta adeguatamente le informazioni acquisite attraverso la misurazione? oppure
- se non sono stati commessi errori nell'ottenere il valore misurato? oppure
- ...

A seconda del contesto, ma anche della posizione culturale di chi misura, potrebbero essere tutte interpretazioni accettabili, e questa flessibilità ha il grande valore strategico di definire un concetto che può essere accettato da persone diverse con obiettivi diversi e con posizioni culturali diverse (certo: questa molteplicità implica anche che il concetto così definito sia generico ma, in una fase di transizione come quella in cui si trova la scienza della misurazione, non è forse meglio una genericità che unisce che una specificità che divide?).

Di conseguenza, una definizione come

entità matematica, associata al valore misurato, che caratterizza la dispersione dei valori che potrebbero ragionevolmente essere attribuiti al misurando

o forse

entità matematica che porta informazioni sul dubbio sulla validità del valore misurato

mantiene la continuità concettuale con la tradizione trentennale della GUM nello stesso tempo essendo aggiornata e rimanendo aperta a ulteriori evoluzioni.