

La nuova Guida all'Incertezza di Misura

Luca Mari

Tutto_Misure, 1, 2015

[26.1.15]

E' in corso di revisione il documento JCGM 100:2008, "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement" (riferito anche come ISO/IEC Guide 98-3:2008 e recepito in Italia come UNI CEI ENV 13005:2000, "Guida all'espressione dell'incertezza di misura"), solitamente identificato come "la GUM" e da qualcuno addirittura come "la Guida" tout court.

In questo articolo fornirò alcune informazioni di base a proposito della GUM e della bozza della sua nuova edizione, disponibile dalla fine del 2014.

L'importanza della GUM non è in discussione, per il ruolo di punto di riferimento che negli ultimi vent'anni ha avuto a proposito dell'incertezza di misura, un tema cruciale in tutto lo spettro dei problemi di misura, dalla metrologia fondamentale degli Istituti Metrologici Nazionali, chiamati a garantire la compatibilità dei campioni attraverso i confronti chiave (Key Comparisons) nel contesto del Mutual Recognition Arrangement (MRA), fino alla metrologia nell'industria, per l'ambiente e la salute. Al momento della sua prima pubblicazione, nel 1993, la GUM poteva a buon diritto essere presentata come la prima soluzione ampiamente condivisa al problema tradizionale di come combinare in un unico valore numerico l'informazione derivante dal riconoscimento della presenza contemporanea di errori casuali ed errori sistematici in una misurazione. Recependo una raccomandazione di un gruppo di lavoro coordinato dal BIPM e formulata già nel 1980 a seguito di una richiesta del Comitato Internazionale dei Pesi e della Misura (CIPM), la GUM propone una procedura basata sull'ipotesi di distinguere non la "natura" degli errori ma le modalità di valutazione dell'incertezza. E' evidente qui l'atteggiamento pragmatico: dato che non riusciamo a concordare sull'interpretazione delle cause ("sugli input"), concordiamo almeno sulle azioni da compiere ("sugli output"). La nota distinzione tra metodi di valutazione "di categoria A" e "di categoria B" ha questa origine, e la sua connotazione pragmatica rimane evidente nel fatto che se i metodi di categoria A sono caratterizzati positivamente, come quelli basati sull'uso di campioni statistici e dunque sull'ipotesi di ripetibilità dell'interazione tra oggetto sotto misurazione e strumento di misura, i metodi di categoria B sono semplicemente "tutti gli altri", dunque includendo tipicamente componenti di incertezza da fonti assai diverse, dall'incertezza di taratura all'incertezza di definizione del misurando. Una volta accettato il principio, la conseguenza non è più così problematica: si può ragionevolmente concordare che tutte le componenti di incertezza, a prescindere dalla categoria del metodo con cui sono state valutate, sono combinabili mediante un'unica procedura, in grado di produrre quell'unica informazione di incertezza cercata.

La GUM reinterpreta in questo senso la tradizionale "legge di propagazione degli errori", assumendo la combinazione additiva in quadratura delle incertezze formalizzate come deviazioni standard, al più con la necessità di tener conto anche delle covarianze, dunque nell'ipotesi di linearità o quasi-linearità del modello di misura. Che la così ribattezzata "legge di propagazione delle incertezze" sia non l'origine ma la conseguenza di una scelta strutturale generale è dimostrato dal fatto che la stessa strategia è mantenuta anche per modelli significativamente non lineari, attraverso il Supplemento 1 della GUM (JCGM 101:2008, "Propagation of distributions using a Monte Carlo method") che mostra come propagare numericamente distribuzioni invece che analiticamente deviazioni standard, ma comunque sempre nella logica che una singola procedura è appropriata a prescindere dalle differenze sulle cause che determinano le componenti di incertezza.

La GUM non nasconde questa impostazione operativa, riconoscendo proprio nella sua apertura che per poter confrontare misure è necessario disporre un'indicazione quantitativa della loro qualità, fornita appunto dall'incertezza di misura: le misure sono strumenti di supporto alle decisioni, e dunque occorre avere un'informazione utilizzabile circa la loro affidabilità. In modo perfettamente coerente, il passo successivo è stato compiuto dal Vocabolario Internazionale di Metrologia (VIM), che nella sua ultima edizione nel 2007 (JCGM 200:2012, riferito anche come ISO/IEC Guide 99:2007 e recepito in Italia come UNI CEI 70099:2008) introduce i concetti di bilancio dell'incertezza (uncertainty budget) e di incertezza di misura obiettivo (target uncertainty), "incertezza di misura specificata in forma di limite superiore e stabilita sulla base dell'utilizzo previsto dei risultati di misura". Su questa base è stata sviluppata, nella norma UNI EN ISO 14253-2:2011 sulle specifiche geometriche dei prodotti ma di applicabilità ben più generale, la Procedure for

Uncertainty Management (PUMA), una procedura iterativa per costruire il bilancio dell'incertezza attraverso il confronto tra incertezza di misura calcolata e incertezza obiettivo dichiarata.

Dall'anno della sua costituzione, il 1997, il Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM) è incaricato delle attività di manutenzione e sviluppo della GUM e del VIM. Il gruppo di lavoro sulla GUM aveva scelto in questi anni di non operare direttamente sulla GUM, producendo invece dei documenti a essa complementari: un'introduzione (JCGM 104:2009) e alcuni supplementi, tra cui il citato Supplemento 1 a proposito di propagazione numerica di distribuzioni (si noti che da qualche anno tutti questi documenti sono liberamente accessibili nel sito del BIPM, <http://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm>). Nella realizzazione di questi supplementi l'impostazione alla base della GUM è stata messa alla prova, in particolare circa l'effettiva compatibilità, nell'ambito di uno stesso contesto concettuale e formale, di valutazioni statistiche e valutazioni non statistiche. Questa duplicità richiama, naturalmente, le lunghe discussioni tra interpretazione "frequentistica" e "soggettivistica" della probabilità (un'interessante interpretazione su questo "scontro di interpretazioni" è proposta nel saggio di B. Efron, "Bayesians, frequentists, and scientists", liberamente accessibile all'indirizzo <http://statweb.stanford.edu/~ckirby/brad/papers/2005BayesFreqSci.pdf>; anche Tutto_Misure ha ospitato dei contributi critici sul tema, per esempio il recente "Incertezza di misura: teoria coerente o edificio da ricostruire?" di N. Giaquinto, su T_M di Giugno 2014), una relazione in qualche modo ammessa dalla GUM stessa, quando scrive che le valutazioni di categoria A si basano su distribuzioni di frequenza osservate e per le valutazioni di categoria B suggerisce di intendere la probabilità come grado di credibilità (degree of belief) nell'accadimento di un evento.

In modo non equivoco, la bozza della nuova edizione della GUM chiarisce la direzione che è stata scelta, presentando la decisione come un "cambiamento concettuale e tecnico". Data la sua chiarezza, vale la pena di leggere direttamente quanto è dichiarato nell'introduzione della bozza: "This edition takes the Bayesian view of probability in the evaluation of measurement uncertainty; accordingly, the available knowledge is used to deduce a PDF for the quantity concerned, and the standard deviation of this PDF is used as the standard uncertainty. As a consequence, a standard uncertainty resulting from a Type A evaluation is no longer an estimate of a standard deviation, but a parameter of a state-of-knowledge PDF. Thus, the concept of an uncertainty having effective degrees of freedom is no longer needed. This change simplifies uncertainty calculations involving such quantities and places the Guide on a firmer, more consistent foundation."

Come si vede, la bozza propone l'interpretazione bayesiana come un punto di vista informativo alla probabilità, e dunque de-enfatizza, benché in modo non esplicito, l'associazione tra interpretazione bayesiana e soggettivismo: il concetto di grado di credibilità, finora associato alle valutazioni di categoria B in quanto tali, rimane solo in un'accezione specifica ("Guidance is given on the determination of an interval that contains the value of the measurand with a given probability, intended as degree of belief."), corrispondente al concetto classico di livello di fiducia / confidenza.

Data questa unificazione, appare immediatamente la criticità di mantenere la distinzione tra valutazioni di categoria A e di categoria B, da cui pure – come ricordato sopra – il processo che ha portato alla GUM si era originato, a partire dalla raccomandazione del 1980. E' interessante, da questo punto di vista, una nuova citazione dalla bozza: "The standard uncertainty about a quantity can be evaluated on the basis of information either in the form of repeated indication values (sometimes called a Type A evaluation of uncertainty), or else on the basis of other available information such as provided by calibration certificates, measuring system specifications, physical tables and expert judgment (sometimes called a Type B evaluation of uncertainty)". Nel ribadire l'enfasi sul ruolo dell'informazione nella misurazione, trovare nella (in una bozza della) GUM l'espressione "sometimes called a Type A / B evaluation" suona davvero strano a chi conosca la storia, e ricordi perciò che in pratica è stata proprio la GUM a proporre pubblicamente la distinzione tra categoria A e categoria B...

D'altra parte, la volontà dichiarata di semplificazione, e non solo di maggiore coerenza interna, è evidente non solo nella scelta di mantenere come oggetto le sole grandezze misurate in scale algebricamente ricche ("Nominal properties and ordinal quantities are not covered in this Guide."), ma anche e soprattutto nell'ipotesi di trattare solo situazioni in cui "per tutti gli scopi pratici" il misurando può essere definito "con sufficiente completezza" e dunque il suo valore può essere considerato come unico (dunque un numero reale con unità di misura?). In conseguenza, "knowledge about the measurand available before the measurement is not considered in this Guide" (una frase un po' sorprendente, e che evidentemente deve essere interpretata: come si può costruire il modello di misura senza conoscenza sul misurando prima della misurazione?), e perciò "in this edition of the Guide, there is no consideration of 'definitional (or intrinsic) uncertainty'". Considerando che il concetto di incertezza intrinseca, poi appropriatamente rinominato "incertezza di definizione" dal VIM, è stato introdotto proprio dalla GUM, si tratta di nuovo di una scelta che,

plausibilmente, farà discutere.