

[7.5.17]

La metrologia si sviluppa a partire da due domande: *cos'è la misurazione?* e *perché si misura?* Non sorprendentemente, però, persone diverse danno risposte diverse, e altri semplicemente non danno risposte, accontentandosi della posizione pragmatica per cui, se anche non sappiamo spiegare questo “cosa” e questo “perché”, quello che conta è il “come”. E che sappiamo come misurare efficacemente non è in discussione. C'è una razionalità in questo – penso lo si possa chiamare così – agnosticismo concettuale. Così come le fondamenta degli edifici sono generalmente nascoste, possono ben rimanere nascosti i fondamenti di una scienza: se funziona, le basi devono essere solide, e quindi proseguiamo pure nella costruzione di un altro piano (a volte è andata effettivamente così, e i fondamenti sono stati esplorati e consolidati solo dopo che la scienza era stata ampiamente sviluppata: si pensi a quanti risultati di analisi matematica sono stati ottenuti prima che fossero chiariti i concetti fondamentali di continuità, differenziale, ..). Nondimeno, ci sono momenti in cui un'attenzione anche ai fondamenti sembra opportuna, se non proprio inevitabile, per esempio e in particolare quando si intende cambiare qualche aspetto della struttura dell'edificio: reggerà ancora? ancor meglio? e come spiegare il cambiamento a coloro che osservando cercheranno di capire?

E' plausibilmente questo lo spirito con cui il Comitato Consultivo per le Unità (CCU) del Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) (<http://www.bipm.org/en/committees/cc/ccu>) sta ultimando il lavoro di revisione della *Brochure SI*, il documento che presenta il Sistema Internazionale delle unità di misura (SI), in vista dell'importante cambiamento al “nuovo SI” basato su costanti, di cui si è già scritto anche in questa rubrica (nei numeri 2 e 3 del 2015 e nel numero 1 del 2016).

Vorrei proporre qui una questione fondazionale che la nuova bozza della *Brochure SI* (implicitamente) sollecita. Come si vedrà, ha molto a che vedere con le domande da cui siamo partiti – *cos'è la misurazione?* *perché si misura?* – e quindi si potrebbe ammettere che sia non del tutto irrilevante. Per cercare di rendere più interessante la lettura, scriverò di questa questione come fosse un'investigazione da compiere, dunque a partire dagli indizi disponibili. Non c'è, naturalmente, alcun delitto, ma solo una domanda a cui rispondere: *cos'è un'unità di misura?*

(Una nota: sono convinto che il termine “unità di misura”, “measurement unit” in inglese, sia seriamente fuorviante, dato che lascia intendere che tali unità siano rilevanti solo nel caso di misurazioni, cosa palesemente falsa (per esempio, potrei supporre che un certo oggetto abbia un diametro di un metro senza con ciò aver fatto alcuna misurazione). E' corretto invece il termine “unità di grandezza”, “quantity unit” in inglese, tra l'altro consistente con espressioni come “unità di lunghezza” dato che la lunghezza è una grandezza, non una misurazione. Per brevità, d'ora in poi scriverò comunque semplicemente “unità”, come per altro fa la *Brochure SI*.)

L'attuale, ottava, edizione della *Brochure SI* (<http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>) introduce così, al punto 1.1 “Quantities and units”, le entità intorno a cui tutto il Sistema Internazionale si sviluppa:

[indizio 1] *The value of a quantity is generally expressed as the product of a number and a unit. The unit is simply a particular example of the quantity concerned which is used as a reference, and the number is the ratio of the value of the quantity to the unit.*

Ed ecco quello che si legge nell'attuale bozza (10 novembre 2016) (<http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure-draft-2016b.pdf>):

[indizio 2] *The value Q of a quantity is expressed by the product of a number $\{Q\}$ and a unit $[Q]$: $Q = \{Q\}[Q]$. The unit is simply a particular example of the value of a quantity, defined by convention, which is used as a reference, and the number is the ratio of the value of the quantity to the unit.*

Come riferimento, presentiamo anche le due definizioni rilevanti del *Vocabolario Internazionale di Metrologia* (VIM) (<http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html> e traduzione italiana ufficiale, curata dalla Commissione UNI/CEI “Metrologia”: <https://www.ceinorme.it/it/normazione-it/vim.html>):

[1.9] *measurement unit: real scalar quantity, defined and adopted by convention, with which any other quantity of the same kind can be compared to express the ratio of the two quantities as a number*

unità di misura: grandezza scalare reale, definita e adottata per convenzione, rispetto alla quale è possibile confrontare ogni altra grandezza della stessa specie al fine di esprimere il rapporto delle due grandezze come un numero

[1.19] *quantity value: number and reference together expressing magnitude of a quantity*

valore di una grandezza: numero e riferimento che congiuntamente costituiscono l'espressione quantitativa di una grandezza

(la nota 1 a questa definizione chiarisce che nel caso in cui la grandezza ammetta unità il valore è il prodotto di un numero e di un'unità).

In aggiunta, a proposito del numero nel valore (chiamato “valore numerico di una grandezza”, “numerical quantity value” in inglese) una nota alla definizione dichiara:

[1.20 Nota 2] ... *the numerical value $\{Q\}$ of a quantity Q is frequently denoted $\{Q\} = Q/[Q]$, where $[Q]$ denotes the measurement unit.*

Con questi elementi – la cui autorevolezza non dovrebbe essere in discussione – l'investigatore comincia il suo lavoro e si chiede:

– un'unità è una grandezza (indizio 1 e VIM) oppure un valore di grandezza (indizio 2)?

– il numero è il rapporto di una grandezza con l'unità (VIM) oppure di un valore con l'unità (indizi 1 e 2)?

– il valore di una grandezza è il prodotto (VIM) oppure è espresso come il prodotto (indizi 1 e 2)?

Non appena formulate queste domande, l'investigatore si sente rivolgere un'obiezione, a cui, giustamente, è chiamato a rispondere: non sono questi solo pseudo-problemi, al più generati da scelte lessicali non troppo accorte, ma senza alcuna rilevanza metrologica? non è infatti che – come mi ha scritto recentemente un esperto metrologo – si può fare metrologia e “non curarsi molto della differenza tra grandezze e valori”?

E' da qui che si deve cominciare: una giustificazione della sensatezza, prima ancora che dell'importanza, dell'indagine.

Penso che ci siano almeno due buone risposte, tra loro coordinate, alla domanda preliminare: perché è necessario mantenere distinti i concetti di grandezza di un oggetto e di valore di una grandezza? Naturalmente questa distinzione deve rendere conto del fatto che si può arrivare a concludere che una grandezza, come la lunghezza L di un certo oggetto a , $L(a)$, e un valore di grandezza, come 1,2345 m, sono uguali, $L(a) = 1,2345$ m: se una grandezza di un oggetto e un valore di grandezza possono essere uguali, come possono essere diversi i due concetti?

La prima risposta ha a che vedere con il modo, anzi i modi, con cui conosciamo le grandezze. Da una parte, una grandezza può essere conosciuta come la proprietà di un certo oggetto: di $L(a)$ sappiamo che è la lunghezza di a . Dall'altra, una grandezza può essere conosciuta in riferimento a un'unità: di 1,2345 m sappiamo che è la lunghezza corrispondente a 1,2345 volte la lunghezza del metro. Le due conoscenze sono complementari: una lunghezza può essere nota in quanto lunghezza di un oggetto, ma senza conoscerne il valore, o può essere nota in quanto multiplo (non necessariamente intero) di un'unità, ma senza sapere se ci sono oggetti che hanno proprio quella lunghezza. Detto altrimenti, una grandezza può essere conosciuta in modo concreto (indicando un oggetto) o in modo astratto (attraverso un criterio matematico). Pare un motivo sufficiente per mantenere distinti i concetti di grandezza di un oggetto e di valore di una grandezza.

La seconda risposta si innesta sulla prima e la colloca più specificamente nel contesto della metrologia. A meno di questioni di incertezza di misura, che qui tralasciamo, un risultato di misura potrebbe essere l'equazione $L(a) = 1,2345$ m. La definizione del VIM in questo è chiara:

[2.1] *measurement: process of experimentally obtaining one or more quantity values that can reasonably be attributed to a quantity*

misurazione: processo volto a ottenere sperimentalmente uno o più valori che possono essere ragionevolmente attribuiti a una grandezza

Attraverso una misurazione si stabilisce una relazione tra una grandezza (di un oggetto) e un valore di grandezza (o più valori: è il ruolo dell'incertezza): la misurazione è un processo che porta informazione, e quindi è utile, proprio perché questa relazione non è una tautologia come $x = x$ (nessuno destinerebbe risorse per "accertare" che $x = x \dots$). Del resto, la ricerca di uguaglianze che non sono tautologie è un'attività comune: perfino in una relazione come $2+2 = 4$ le entità denotate dai termini a sinistra e a destra del segno di uguaglianza sono diverse dal punto di vista delle modalità con cui sono conosciute (non fosse così, alla domanda "quanto fa $2+2$?" gli insegnanti dovrebbero considerare come ugualmente accettabili "4" e " $2+2$ "). Rimando il lettore interessato all'articolo fondativo "On sense and reference" di Gottlob Frege (1892), https://en.wikisource.org/wiki/On_Sense_and_Reference, che propone tra gli altri l'esempio di: la stella del mattino = la stella della sera; la scoperta che si tratta appunto dello stesso corpo celeste – per altro non una stella... – richiede raffinate osservazioni astronomiche, non certo quello che sarebbe necessario per: la stella del mattino = la stella del mattino. Nella terminologia di Frege l'informazione portata dall'equazione $L(a) = 1,2345 \text{ m}$ – assumendo che sia corretta, naturalmente – si potrebbe descrivere così: il senso di $L(a)$ e di $1,2345 \text{ m}$ è diverso, ma il loro riferimento è lo stesso. Con ciò l'investigatore ha fornito una giustificazione all'obiezione preliminare che gli era stata rivolta, e può dunque cominciare la sua indagine intorno al problema: cos'è un'unità di misura?

(continua)