

Tutto_Misure, 1, 2022

[17.1.22]

Si sostiene qualche volta – l’abbiamo fatto anche in questa stessa rubrica, per esempio negli articoli “Quale ruolo per la metrologia nel mondo dei big data?”, in Tutto_Misure 4, 2017 (https://issuu.com/tutto_misure/docs/2017_04) e “La cultura metrologica tra dataismo e post-verità”, in Tutto_Misure 4, 2021 (https://issuu.com/tutto_misure/docs/tm.4-2021) – che un po’ di *cultura metrologica* sarebbe importante *per tutti* nella nostra società. Ma a cosa ci riferiamo specificamente con questa affermazione? Come si manifesta la condizione di avere una certa, o una buona, cultura metrologica? E, ancora più concretamente, cosa dovrebbe insegnare la scuola per contribuire a diffondere cultura metrologica come una componente dell’educazione alla cittadinanza attiva?

Secondo il Vocabolario Treccani una cultura è un “insieme delle cognizioni intellettuali che una persona ha acquisito attraverso lo studio e l’esperienza, rielaborandole peraltro con un personale e profondo ripensamento così da convertire le nozioni da semplice erudizione in elemento costitutivo della sua personalità morale, della sua spiritualità e del suo gusto estetico, e, in breve, nella consapevolezza di sé e del proprio mondo.” (<https://www.treccani.it/vocabolario/cultura>). Dunque una cultura si fonda sul *sapere*, ed eventualmente sul *saper fare*, che diventa parte dell’*essere* di una persona. In altre parole, nella formazione della cultura di una persona un insieme di “cognizioni intellettuali” è necessario, ma diventa sufficiente solo quando, grazie a tali nozioni, la persona interpreta costruttivamente la sua esperienza e trasforma in modo consistente i dati che ne derivano in informazione significativa e conoscenza utile, che le permettono di comprendere situazioni diverse da quelle che aveva sperimentato e la abilitano all’esecuzione di azioni efficaci.

La “consapevolezza di sé e del proprio mondo” pare una questione psicologica, da trattare in modo prevalentemente, o esclusivamente, soggettivo. Ma delle precondizioni di tale consapevolezza possiamo invece discutere in una prospettiva più ampia: *su quali nozioni si fonda oggi una cultura metrologica che contribuisca a rendere le persone – e non solo “i tecnici” – consapevoli della complessità della società in cui viviamo e protagonisti attivi e critici del suo sviluppo?*

Per proporre con qualche plausibilità una risposta a questa domanda dobbiamo innanzitutto richiamare il senso essenziale della misurazione, che non è tanto la quantificazione, come a volte si sostiene, ma la produzione di informazione giustificabile socialmente su proprietà empiriche. Che si tratti di numeri (generalmente con unità di misura) o no, l’attività del misurare gode delle seguenti caratteristiche:

- (1) è finalizzata a produrre informazione su proprietà empiriche, fornita nella forma di valori di tali proprietà;
 - (2) opera con riferimenti condivisi e accettati preventivamente, materializzati in campioni di misura tarati, e garantisce la riferibilità dei risultati prodotti a tali riferimenti;
 - (3) opera “a scatola aperta”, così che, di principio, chiunque può accertare come si è prodotto il risultato.
- Suggeriamo che queste tre caratteristiche possano ispirare la progettazione di un percorso di introduzione alla cultura metrologica, e in accordo a esse proviamo a proporre alcuni possibili contenuti di un tale percorso.

(1) *La metrologia ha a che vedere con* la possibilità di produrre informazione su entità del mondo empirico, che, per quanto la nostra tecnologia diventi sofisticata, non è perfettamente e interamente sotto il nostro controllo, quanto meno perché è sottoposto a leggi che non siamo noi a scegliere (si pensi per esempio al secondo principio della termodinamica e alle sue conseguenze sull’impossibilità di realizzare trasformazioni

energetiche a rendimento unitario). La conseguenza è che la nostra conoscenza del mondo empirico è sempre inferenziale e perciò rivedibile, e quanto più è specifica tanto meno è certa.

Consapevoli di ciò, supponiamo per esempio di voler impiegare una rappresentazione probabilistica per descrivere matematicamente l'informazione che abbiamo acquisito su una certa grandezza. Se, come è abituale per ragioni di trattabilità, scegliamo una distribuzione con dominio nel continuo, il suo scarto tipo non potrà essere zero; questa situazione corrisponderebbe infatti a una quantità di informazione infinita. In più, se dalla distribuzione vorremo trarre un intervallo di fiducia, allora al ridursi dell'ampiezza dell'intervallo – e quindi all'aumentare della specificità dell'informazione riportata – diminuirà il livello di fiducia, e con ciò la nostra certezza sull'informazione riportata. Naturalmente, vale anche il viceversa: accontentandoci di informazione poco specifica, dunque allargando l'intervallo di fiducia, potremo esserne più certi. Insomma che la distanza tra Milano e Torino sia 127,573487 km è un'informazione piuttosto specifica, ma anche piuttosto incerta, a partire dalla considerazione che in tal caso è la definizione stessa della grandezza in esame a richiedere un chiarimento (quale coppia di punti è stata scelta per misurarne la distanza in millimetri?); che sia maggiore di 100 km e minore di 150 km è un'informazione poco specifica, ma praticamente certa.

Un po' di cultura metrologica insegna dunque a trattare l'informazione sul mondo empirico in accordo, almeno implicitamente, alla logica dei test di ipotesi, riconoscendo che le ipotesi (nulle) non sono verificabili, e a riconoscere che quando si riportano valori di grandezze empiriche è sempre opportuno riportare anche un'indicazione (dunque una meta-informazione) sulla qualità presunta di tale informazione, tipicamente nella forma di un "grado di certezza" dei valori riportati (è plausibilmente per ragioni storiche – a partire dalla tradizionale enfasi sugli errori di misura – che questa qualità viene espressa negativamente, come *incertezza*). Le conseguenze più ovvie riguardano l'importanza di imparare a ragionare con gli ordini di grandezza, le cifre significative e gli arrotondamenti, e a riconoscere le differenze tra proprietà empiriche e proprietà matematiche. Per esempio a proposito del concetto di cifre significative che si insegna (poco) a scuola, dal fatto matematico che 0,123 m sia uguale a 0,12300 m, non segue affatto che si possa riportare il risultato di una misurazione indifferentemente come 0,123 m o come 0,12300 m. O, ancora più ovviamente, si pensi a quante volte troviamo scritti valori percentuali con varie cifre decimali nonostante siano calcolati da insiemi di meno di 100 elementi.

In altri termini, un po' di cultura metrologica insegna a comunicare informazione facendo attenzione a evitare che alla stessa sia erroneamente attribuito un grado di certezza non corrispondente a quello con cui l'informazione è stata generata.

(2) *La metrologia ha a che vedere con* le condizioni scientifiche, tecnologiche, e organizzative che rendono possibile disseminare campioni di misura tarati, e con ciò garantire, entro un certo grado di certezza, la riferibilità dei risultati di misura a dei riferimenti condivisi e accettati preventivamente. Se accettiamo che gli strumenti di misura debbano essere caratterizzati in termini funzionali (cosa devono fare) e non solo strutturali (come lo fanno), ne concludiamo perciò che solo dopo che è stato tarato un dispositivo può essere considerato uno strumento di misura. È nuovamente in gioco qui la relazione tra mondo empirico e informazione: un trasduttore è un dispositivo che realizza un processo fisico, per esempio nel caso di una termocoppia il processo con cui si genera una differenza di potenziale elettrico in funzione di una temperatura. È solo quando la termocoppia è stata tarata che produce non più solo uno stato fisico (una differenza di potenziale) ma anche un'entità di informazione (un valore di temperatura). In questo senso, la differenza tra grandezze di oggetti (sistemi, processi, ...) e valori di grandezza è determinante, e si dovrebbe davvero evitare la ipersemplificazione di considerarle come entità coincidenti: il fatto che una misurazione ha prodotto come risultato che la temperatura di un certo oggetto è uguale a un certo valore di temperatura non porta a concludere che quella temperatura e quel valore sono la stessa cosa.

Questa consapevolezza è diventata ancora più importante oggi, in una situazione in cui molte persone sono diventate misuratori-senza-saperlo, grazie all'uso sistematico dei vari sensori montati a bordo dei loro smartphone, che – per ragioni di *user friendliness* – rimangono "scatole chiuse", dando con ciò per scontato che tali sensori siano tarati. Certo, il successo sociale di strumenti tecnologici passa anche dalla possibilità di

usarli appropriatamente appunto “a scatola chiusa”, e questo è garantito in particolare dalla loro qualità costruttiva. Insomma, i sensori degli smartphone sono sufficientemente stabili, per la qualità dell’informazione che ci si aspetta debbano produrre, da poter assumere di non doverli mai ritrarre durante l’intera vita del sistema in cui sono inseriti. Ma questa facilità di uso, che nasconde la relazione con il mondo empirico virtualizzandola, rischia di farci perdere la consapevolezza sulla necessità di quello che c’è “dentro la scatola”.

Un po’ di cultura metrologica insegna dunque che per poter considerare affidabile l’attribuzione di valori a grandezze e realizzare quindi una misurazione (è questo il suo scopo, secondo il *Vocabolario Internazionale di Metrologia*, VIM) sono necessari degli accordi preliminari e un’infrastruttura efficace e di cui ci si fida, proprio ciò di cui la metrologia scientifica prima e la metrologia legale poi si occupano. Spiegare come funziona il sistema della riferibilità metrologica – dalle definizioni delle unità, alle *key comparisons* coordinate dal BIPM, alla taratura dei campioni di lavoro – non è dunque solo una questione di nozioni: è anche e soprattutto una dimostrazione che la nostra società funziona anche grazie alle basi scientifiche, tecnologiche, e organizzative di cui si è dotata e che ha progressivamente migliorato nel corso del tempo. Se il valore di 0,123 m è attribuito alla stessa lunghezza a Milano e a New York (mmm... a New York forse dopo averlo convertito in un’altra unità di misura...), è perché questa infrastruttura è attiva e di buona qualità.

Ciò diventa ancora più importante considerando che oggi si cerca di rendere misurabili anche grandezze non fisiche (per esempio la qualità percepita di prodotti o servizi, la soddisfazione di clienti, ...) per le quali è necessario costruire dei riferimenti da condividere e accettare. Non è certamente operazione semplice, ma spesso si è ancora lontani dall’aver anche solo la consapevolezza della necessità di disporne, e questo rende più problematica la produzione di informazione giustificabile socialmente su proprietà empiriche.

(3) *La metrologia ha a che vedere con* la progettazione, la costruzione, la preparazione (taratura inclusa), la caratterizzazione del comportamento, e l’uso di strumenti in grado di interagire con grandezze di oggetti e di produrre valori di grandezze come risultato. Che una misurazione debba essere realizzata con tali strumenti è una condizione critica, perché consente di controllare il grado di oggettività dei dati acquisiti nella trasduzione: quanto meno l’indicazione dello strumento dipende da grandezze diverse da quella di interesse – le cosiddette “grandezze di influenza” – tanto più i dati prodotti sono oggettivi, cioè appunto riferiti all’oggetto di cui si intende misurare una proprietà. Naturalmente, strumenti di misura poco sofisticati garantiscono una limitata oggettività, ma il punto non è che la misurazione debba produrre informazione pienamente oggettiva (il concetto di ‘cattiva misurazione’ non è contraddittorio: una cattiva misurazione è comunque una misurazione), ma che il grado di oggettività di un risultato di misura è di principio accertabile da chiunque. A questo proposito, e posto che si possono ottenere valori di grandezze anche chiedendo l’opinione di persone, è utile chiarire quale sia la differenza essenziale tra una misurazione e un’opinione: benché plausibilmente il grado di fiducia associabile alle misure sia di solito migliore di quello delle opinioni, non c’è nulla di necessario in ciò, ed è certo possibile che il (buon) parere di un esperto sia migliore di una (cattiva) misurazione. Piuttosto, la differenza sta proprio nel fatto che la misurazione opera “a scatola aperta”, così che, di principio, chiunque può accertare come si è prodotto il risultato.

Un po’ di cultura metrologica insegna dunque che l’impiego appropriato di sistemi tecnologici – come sono gli strumenti di misura – è una condizione efficace per acquisire dati e produrre informazione la cui affidabilità è socialmente controllabile, attraverso la condivisione delle modalità con cui i valori ottenuti sono stati attribuiti al misurando. Ciò spiega le retrosie a considerare misurazioni i processi in cui i valori sono attribuiti direttamente da esseri umani, e spiega l’importanza delle strategie finalizzate a ridurre la soggettività e ad aumentare la trasparenza di tali attribuzioni: questionari e procedure standardizzati, percorsi di addestramento per i valutatori, ..., tutti finalizzati a dotare il valutatore-strumento di misura di protesi “oggettivizzanti”. Questa caratteristica della misurazione giustifica il ruolo fondazionale che le è riconosciuto in attività sociali come la scienza, la tecnologia, il commercio, la protezione della salute e dell’ambiente, e così via. La metrologia ammette il dubbio come parte fondante della propria cultura e lo quantifica come incertezza di misura, sulla base di tutta l’informazione disponibile: il dato puntuale fornito

dall'indicazione dello strumento, ma anche – e non meno importante – l'informazione proveniente dalla catena di riferibilità e dal modello del misurando.

In questo modo la cultura metrologica aiuta a superare i limiti della visione dataista, riconoscendo che i dati sono necessari ma non sufficienti, senza con ciò cadere nel relativismo dell'ideologia della post-verità, riconoscendo che le teorie sul mondo empirico devono passare il vaglio delle conferme sperimentali (è un riferimento all'articolo “La cultura metrologica tra dataismo e post-verità”, pubblicato sul numero scorso di questa rubrica). La nostra società ha bisogno di mediatori, persone che sanno “stare in mezzo” tra opposti estremismi: un po' di metrologia sarebbe utilmente parte della cultura di ognuno di noi.