

Il ruolo sociale della cultura metrologica: qualche ipotesi

Luca Mari *Università Cattaneo - LIUC,
Dipartimento di Ingegneria Industriale*

In questo contributo si formula qualche ipotesi sul ruolo sociale della cultura metrologica, superando i limiti della visione dataista e riconoscendo che le teorie sul mondo empirico devono passare il vaglio delle conferme sperimentali

Si sostiene qualche volta che un po' di *cultura metrologica* sarebbe importante *per tutti* nella nostra società. Ma cosa si intende specificamente con questa affermazione? Come si manifesta la condizione di avere una certa, o una buona, cultura metrologica? E dunque, 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"* (www.treccani.it/vocabolario/cultura). Una cultura si fonda perciò sul sapere, ed eventualmente sul *saper fare*, che diventano parte dell'essere di una persona. In altre parole, nella formazione della cultura di una persona delle "cognizioni intellettuali" sono necessarie, ma diventano sufficienti solo quando, grazie a tali nozioni, la persona è in grado di interpretare la sua esperienza, trasfor-

mando in modo coerente 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 è di produrre su proprietà empiriche non informazione quantitativa, come invece a volte si sostiene (chi esprime un'opinione non misura anche se lo fa in termini numerici), ma informazione giustificabile socialmente. Insomma, misuriamo per poter decidere responsabilmente, in accordo a uno schema di questo genere:

- prendere buone decisioni - perché efficaci e sostenibili - è un buon obiettivo;
- ma per prendere buone decisioni su X è utile avere informazioni su X,
- e ciò generalmente implica che occorre acquisire informazioni su X,
- e ciò potrebbe richiedere di dedicare risorse al processo di acquisizione di informazioni su X,
- in modo da conoscere il grado di affidabilità delle informazioni acquisite,
- e quindi poter stimare in modo affidabile il rischio di decisioni sbagliate.

Questo testo è una revisione e un'estensione di un articolo, con lo stesso titolo, pubblicato nel numero 1/2022 della rivista *Tutto Misure*, a firma di Luca Mari, Dario Petri, Alessandro Ferrero.

La misurazione, tra dati e informazione

In questo, la differenza tra dati e informazione è critica. Nel contesto attuale, in cui il costo marginale della produzione di dati è spesso in pratica nullo, i dati non mancano. Ma i dati sono solo entità che rilevano differenze, nel caso più semplice zeri che non sono uni o viceversa, e da dati si ottiene informazione quando si attribuisce loro un significato (per esempio che “0” e “1” significano “sotto soglia” e “sopra soglia” rispettivamente, a proposito di una certa grandezza fisica). La disponibilità di enormi quantità di dati, “Big Data” appunto, ha spinto qualcuno a ripensare alla necessità di informazione affidabile a supporto di buone decisioni, con l’esito che due posizioni alternative sono emerse:

- da una parte, l’idea che quantità sufficienti di dati bastino per prendere buone decisioni, e quindi che per questo i dati siano non solo necessari ma anche sufficienti; dunque l’idea di decisioni guidate dai dati (*data-driven decision making*), come oggi pare sempre più accettato in particolare quando si usano sistemi di *deep learning*; questa posizione si può chiamare *dataismo*;
- d’altra parte, l’idea che per prendere buone decisioni su problemi complessi contino soprattutto l’esperienza e la sensibilità personali, e quindi che per questo i dati non siano necessari: dunque l’idea di decisioni guidate dalle opinioni (*opinion-driven decision making*); questa posizione si può chiamare della *post-verità*.

La metrologia si colloca tra questi due estremi, sostenendo che per prendere buone decisioni i dati sono necessari ma non sufficienti. E lo fa in modo concreto, mettendo a disposizione una strategia consolidata per raccogliere dati e trasformarli in informazione: la misurazione. Quando misuriamo, infatti, (i) facciamo in modo che uno strumento di misura sia posto in interazione con l’oggetto a cui siamo interessati e come risultato produca un’indicazione strumentale (per esempio la posizione angolare di un ago su una scala, nel caso di una bilancia a lettura analogica), acquisendo con ciò un dato; quindi (ii) applichiamo quanto imparato sul comportamento dello strumento stesso durante la sua taratura, per associare all’indicazione un valore per il misurando (nell’esempio precedente, a ogni certa posizione angolare un valore di forza-peso), che è l’informazione che stavamo cercando.

Componente essenziale di un tale processo è di saper produrre non solo informazione sul misurando, ma anche informazione sull’affidabilità di

tale informazione, dunque meta-informazione, in una delle varie forme che nel corso del tempo sono state identificate, e in particolare riportando, alternativamente:

- solo il valore misurato, ma indicando in esso solo le cifre effettivamente significative;
- il valore misurato e l’incertezza tipo;
- un intervallo di copertura, eventualmente accompagnato da una probabilità di copertura;
- la distribuzione di probabilità da cui si ipotizza il valore misurato sia stato ottenuto.

Tutto ciò - che per un appropriato supporto ai processi decisionali l’informazione dovrebbe essere accompagnata da meta-informazione sull’affidabilità dell’informazione stessa - è la caratteristica forse più evidente di quello che abbiamo chiamato una cultura metrologica, fondata sul riconoscimento che ogni processo di misurazione:

- a. è finalizzato a produrre informazione su proprietà empiriche, nella forma di valori di tali proprietà;
- b. opera con riferimenti condivisi e accettati preventivamente, materializzati in campioni di misura tarati, e garantisce la riferibilità dei risultati prodotti a tali riferimenti;
- c. si realizza “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. In accordo a esse proviamo a proporre alcuni possibili contenuti di un tale percorso.

Tre fondamenti della cultura metrologica

a. La misurazione è finalizzata a produrre informazione su proprietà empiriche

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 probabili-

stica 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 volessimo trarre un intervallo di fiducia, allora al ridursi dell'ampiezza dell'intervallo - e quindi all'aumentare della specificità dell'informazione riportata - diminuirebbe 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, potremmo 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?). Viceversa, 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 ipotesi specifiche (quelle che in testi di ipotesi si chiamano "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 at-

tenzione a evitare che alla stessa sia erroneamente attribuito un grado di affidabilità non corrispondente a quello con cui l'informazione è stata generata.

b. La misurazione opera con riferimenti condivisi

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 e non solo strutturali, dunque per cosa devono fare e non solo per come lo fanno, ne concludiamo 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, ecc.) 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 facilità di uso, 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 ritarare 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 (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 es., la qualità percepita di prodotti o servizi, la soddisfazione di clienti, ecc.) 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.

c. La misurazione si realizza “a scatola aperta”

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 contradditto-

rio: 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, ecc., 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 sintesi

Grazie a questi fondamenti, 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. L'idea è che la nostra società abbia bisogno di mediatori, persone che fanno “stare in mezzo” tra opposti estremismi: un po' di metrologia sarebbe utilmente parte della cultura di ognuno di noi.

Tre alfieri per l'unità della scienza delle misure

Mario Savino *Politecnico di Bari*

L'articolo riassume l'opera svolta da tre professori del Politecnico di Milano, Arnaldo Brandolini, Andrea Capello e Mariano Cunietti, che dedicarono la loro vita alla scienza delle misure. Lo scritto scaturisce dall'intervento tenuto dall'autore durante la giornata in memoria degli illustri colleghi

Per comprendere sia l'acume dei nostri tre illustri colleghi, Arnaldo Brandolini, Andrea Capello e Mariano Cunietti, sia il loro impegno dedicato alla rivalutazione di una disciplina come quella delle misure, troppo a lungo trascurata in ambito accademico, è necessario tracciare un breve excursus storico che, partendo dalle origini dei sistemi di misura, arrivi all'inizio del ventunesimo secolo. I tre alfieri compresero che l'unico modo per affermare il ruolo strategico delle misure in diversi campi applicativi e, quindi, non solo in quello accademico, era di superare le separazioni tra i misuristi operanti nelle diverse branche della scienza e della tecnologia. Queste divisioni erano dovute spesso a screzi e incomprensioni che fondano le loro radici in tempi passati, oltre che a un'organizzazione dell'Università elefantiaca e non più rispondente alle esigenze dei tempi moderni. Era cioè necessario superare l'obsoleta suddivisione della cultura in comparti molto spesso incomunicabili tra loro, dovuta principalmente al modello di forte specializzazione nelle professioni, importato dagli USA. Non è semplice in poche righe riassumere il contesto all'interno del quale si colloca il tentativo

dei nostri pionieri di "riconciliazione" tra tutti coloro che si interessavano di misure, pur operando in settori culturalmente diversi, e mi scuso quindi per la inevitabile schematicità del mio scritto.

Le unità di misura e il Sistema Internazionale

La nascita dei sistemi di misura si fa risalire alla fine del diciottesimo secolo. La loro crescita fu lenta, ma inesorabile e presto acquisì un carattere mondiale. Fu ai tempi della Rivoluzione francese, intorno al 1790, che si iniziò il lungo processo di unificazione e razionalizzazione delle unità di misura per le grandezze d'interesse commerciale e scientifico. Nel 1875 fu istituita la Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (CGPM), dove per misure si intendevano le lunghezze e le loro grandezze geometriche derivate. Per molti anni le grandezze elettriche furono derivate da quelle meccaniche. La frase "meccanici sono i principi delle unità di misura" veniva letta dagli elettricisti modificando l'accento della parola principi da piano a sdrucchiolo: "meccanici sono i principi delle unità di misura". Per fare solo un esempio, la grande autorità, il prestigio e il peso preponderante dei principi meccanici all'interno della CGPM fu tale da rendere difficile la modifica indifferibile nelle definizioni di metro e kilogrammo, presenti nel Sistema Internazionale - SI, fondato sulle attuali sette unità di misura base: metro; kilogrammo; secondo; ampere; kelvin; candela; mole. Si pensi che l'ultima modifica nella definizione del kilogrammo è avvenuta solo qualche anno fa, con la revisione dell'SI, proposta in occasione della ventiquattresima riunione della CGPM nel 2011 e applicata a partire dal 2019. Attualmente il nuovo modo di definire l'SI è basato su un insieme di sette costanti prestabilite, scelte tra quelle fondamentali della fisica e della natura, da cui sono dedotte le definizioni delle citate sette unità di base, come mostrato in figura 1.



Figura 1
Il nuovo Sistema Internazionale delle unità di misura

Le Misure Elettriche

In Italia, a livello accademico, gli insegnamenti più numerosi nell'ambito delle misure erano quelli di "Misure Elettriche" e troviamo giustificazione di ciò nell'introduzione generale del libro di Angelo Barbagelata, edito da Tamburini nel 1950. Barbagelata ne attribuiva la ragione alla grande importanza che le misure elettriche avevano non solo per l'elettrotecnica, ma anche per tutti gli altri rami dell'ingegneria. Egli ricordava come le misure elettriche facilitino e consentano di eseguire misure di ogni altra grandezza fisica come per esempio lunghezze, velocità, pressioni, temperature. È da sottolineare che negli anni Novanta del secolo scorso le misure avevano una valenza diversa nei paesi occidentali e in quelli orientali. Nella parte occidentale prevaleva il concetto che la misurazione, producendo risultati relativi a specifici sistemi fisici e chimici, potesse essere correttamente interpretata solo dagli esperti in quei campi. Negli USA il valore delle Società Internazionali di misura risultava marginale rispetto alle altre Società scientifiche e i ricercatori nel campo delle misure erano costretti a pubblicare su riviste specialistiche dei più disparati settori. Anche in Italia e in Europa le misure erano considerate ancillari ai diversi settori ingegneristici. Vi era un forte legame ibrido dei misuristi elettrici con i colleghi di controlli automatici. Infatti, molti di loro erano iscritti sia all'AEI (Associazione Elettrotecnica Italiana, nata nel 1897), sia all'ANIPLA (Associazione Nazionale Italiana per l'Automazione fondata nel 1956). Al contrario, nelle Università dei Paesi dell'Est esistevano diversi Dipartimenti dedicati alle

misure, in quanto si era consapevoli che la natura complessa dell'interazione dei sistemi di misura con il mondo fisico richiedesse un'approfondita conoscenza dei fondamenti della scienza delle misure. In particolare, si poneva l'accento sul fatto che i risultati ottenuti dagli strumenti di misura potevano considerarsi solo stime da depurare dagli errori commessi lungo la catena strumentale e che era fondamentale valutare l'incertezza della misura, unico parametro in grado di certificare l'attendibilità di tutto il processo.

Nacque nel 1958, proprio da un'iniziativa avviata prevalentemente dai paesi dell'Est Europa e dall'URSS, l'IMEKO (*International Measurement Confederation*) una confederazione mondiale non governativa di organizzazioni che si occupano del progresso della scienza e della tecnologia delle misure, con sede legale in Ungheria a Budapest. I suoi obiettivi fondamentali riguardano la promozione dell'interscambio internazionale di informazioni scientifiche e tecniche nel campo delle misure e della strumentazione. Notevole in ambito IMEKO è stato negli anni il rafforzamento della cooperazione internazionale, che ha coinvolto scienziati e ingegneri interessati alle misure e operanti nell'università, nei centri di ricerca e nell'industria, provenienti da Paesi di tutto il mondo. Membro della Confederazione per l'Italia è il CNR. L'IMEKO è organizzata in comitati tecnici, attualmente sono 25 e riguardano gli ambiti in cui le misure giocano un ruolo fondamentale. I diversi comitati lavorano per lo sviluppo della scienza delle misure, attraverso il suo studio, con particolare attenzione al modo in cui deve essere insegnata. L'IMEKO ha avuto il merito di favorire un fruttuoso incontro tra ricercatori di misure dei Paesi orientali e occidentali e ha consentito agli scienziati di tutto il mondo di prendere coscienza dell'esistenza di un'unica metodologia della scienza della misurazione, che può essere applicata indistintamente a ogni ramo della tecnologia. Inoltre, i congressi mondiali IMEKO, che hanno una cadenza triennale, rappresentano anche l'occasione di incontro tra misuristi elettrici, meccanici e colleghi degli Istituti Metrologici.

Nel 1952 era stata costituita l'IMS (*Instrumentation and Measurement Society*) dell'IRE, l'*Institute of Radio Engineers*, che si fuse all'*American Institute of Electrical Engineers* nel 1963 per formare l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* - IEEE, a dimostrazione del fatto che negli USA le misure erano prevalentemente elettroniche. Le *Transactions on Instrumentation and Measurement* nacquero poco dopo. L'anno 1984 vide la nascita delle prime IMTC (*Instrumentation and Measurement*

Technology Conference) dell'IEEE. Da quell'anno la conferenza IMTC è diventata un forum tecnico annuale a livello internazionale con l'apporto culturale fondamentale dei misuristi italiani. Questi instaurarono una intensa collaborazione con altri ricercatori europei, dando nuovo impulso alla IMTC. Il riconoscimento del contributo a questa crescita, dato dagli italiani, fu la nomina di uno degli allievi di Arnaldo Brandolini, Alessandro Ferrero, a primo presidente non americano dell'IMS.

Gli Istituti Metrologici in USA e in Italia

Degno di nota è anche il fatto che nel 1988 il famoso *National Bureau of Standard* - NBS, fondato nel 1901, modificò la sua denominazione in NIST (*National Institute of Standards and Technology*) a sottolineare il ruolo fondamentale delle misure nello sviluppo tecnologico della nazione. In Italia la situazione degli Istituti metrologici evidenziava la frattura tra misuristi elettrici e meccanici. Esisteva infatti un'anomalia tutta italiana, quella di avere due distinti Istituti Metrologici. L'IEN (Istituto Elettrotecnico Nazionale) "Galileo Ferraris" era stato fondato nel 1934 ed era dedito alla metrologia elettrica, di tempo e frequenza, ottica e acustica e allo studio dei materiali. L'Istituto di Metrologia "Gustavo Colonnetti" - IMGCC, interessato alla metrologia e alla ricerca di base sulle misure meccaniche e termiche, era nato nel 1957 nell'ambito del CNR. L'IEN aveva trasferito i suoi laboratori da Corso Massimo D'Azeglio 42, sua sede storica di Torino, in Strada delle Cacce, 73, zona Mirafiori Sud, sul terreno dell'ex aeroporto di Mirafiori. La nuova sede si trovava accanto a

quella dell'IMGCC nel parco che negli anni Settanta del secolo scorso il Comune di Torino aveva dedicato a Gustavo Colonnetti. I due Istituti erano ubicati, quindi, uno accanto all'altro, ma separati da un lungo muro dotato solo di una piccola porticina di passaggio. Solo nel 1991 si avviò quello che sarà il lungo iter per arrivare alla loro unificazione. Infatti, bisognerà aspettare più di dieci anni perché nel 2006, si arrivi allo scorporo dell'IMGCC dal CNR e alla sua fusione con l'IEN nell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica - INRiM.

Questo, fin qui tracciato, è il contesto storico culturale in cui i nostri tre alfiere dell'unificazione della scienza delle misure iniziano a operare per il raggiungimento del loro fine. Vedremo che per fortuna non furono soli, anche se con non pochi ostacoli da superare (Figura 2).

La nascita del GMEE

La prima importante unificazione fu quella tra misuristi elettrici ed elettronici. Il 10 novembre 1980, presso la foresteria dell'Università della Calabria nel Convento Franciscano di Rende, in provincia di Cosenza, fu convocata da Giorgio Savastano, promotore dell'incontro insieme con Giuseppe Zingales, una riunione di tutti i docenti che impartivano corsi di misure elettriche ed elettroniche. Arnaldo Brandolini diede un importante contributo a questa iniziativa, tanto da essere subito nominato insieme con Camillo Bussolati e Paolo Schiaffino responsabile della Commissione Didattica del costituendo GMEE - Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche. Si può affermare che fu affidata al Politecnico di Milano la definizione degli

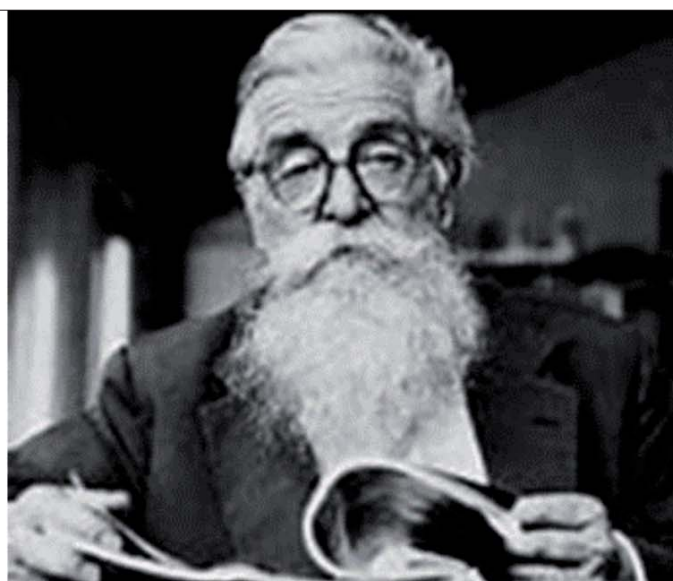


Figura 2
Galileo Ferraris (a sinistra) e Gustavo Colonnetti (a destra)



Figura 3

Da sinistra a destra: Arnaldo Brandolini, Giorgio Savastano, Giuseppe Zingales

argomenti relativi agli insegnamenti universitari di misure elettriche ed elettroniche. L'attività di Arnaldo Brandolini in quei primi anni di costituzione del GMEE fu intensa. Solo per fare alcuni esempi egli ospitò a Milano il primo Consiglio Scientifico informale del gruppo il 30 aprile 1982. Nell'ottobre dello stesso anno organizzò il primo Convegno scientifico del GMEE dal titolo: "Il microprocessore nella misura delle grandezze elettriche. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo". Il Convegno fu dedicato al professore Piero Regoliosi da poco andato in pensione (Figura 3).

Cunietti e le Giornate della Misurazione

In linea con quanto precedentemente affermato, nel 1982 Mariano Cunietti decideva di avviare, con le Giornate della Misurazione (GdM) un progetto ambizioso, caldamente e convintamente condiviso da Capello e Brandolini. Cunietti progettava di unire tutti coloro che si interessavano di misure in Italia, per questo era necessario definire i termini del linguaggio tecnico impiegato nei diversi comparti in cui si operava, in modo da ottenere maggiore chiarezza nella comprensione reciproca. A questo fine invitò alle GdM anche gli studiosi del linguaggio dal punto di vista filosofico e logico insieme con gli epistemologi. Le aspettative che Cunietti aveva della sua missione la troviamo in un suo scritto del 1974: "L'istruzione deve avere come oggetto l'uomo nella sua totalità, non solo come organo di produzione, ma anche come portatore di cultura, creatore di vita intellettuale, persona in continua relazione con altri uomini".

Le prime GdM si tennero a Villa Olmo, che ospita il Centro nazionale Volta, in omaggio all'inventore e cittadino comasco Alessandro, e furono dedicate alle definizioni del linguaggio e del modello.

Mariano fu coadiuvato nell'organizzazione da Alberto Giussani e Luca Mari. Nelle prime GdM ci si chiese se fosse possibile fissare regole ferree ed esaustive per il linguaggio. Cunietti riteneva che la risposta risultasse negativa nel caso in cui accanto ad aspetti sintattici e semantici del linguaggio se ne accettasse uno anche pragmatico. L'aspetto pragmatico del linguaggio relaziona i segni ai loro interpreti, ovvero studia l'uso del linguaggio da parte dei parlanti. Il termine modello causò approfonditi dibattiti fra tecnici e logici, con questi ultimi incerti se il modello fosse afferente alla sfera teorica o empirica dell'umano pensare e operare. Cunietti citava spesso la tesi del logico Bas van Fraassen.

"La mia opinione è che l'attività scientifica sia attività di costruzione piuttosto che di scoperta: costruzione di modelli che devono essere adeguati ai fenomeni e non scoperta della verità concernente il non osservabile".

Uno dei temi unificanti delle GdM fu il Vocabolario Internazionale di Metrologia VIM (*International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*). Un altro tema fu quello della guida internazionale GUM (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*). Sia il vocabolario sia la guida furono argomenti fissi delle GdM e consentirono di parlare un linguaggio misuristico comune tra tutti i partecipanti, che furono informati sull'evoluzione dei lavori dei comitati internazionali dai rappresentanti italiani al loro interno (negli ultimi anni Luca Mari per il VIM e Walter Bich per la GUM).

La nascita del gruppo MMT - Misure Meccaniche e Termiche

In quegli anni Andrea Capello, coadiuvato da Michele Gasparetto, riusciva nell'opera di fissare una riunione di tutti i professori che insegnavano

Misure Meccaniche e Termiche. Erano i prodromi della formazione del gruppo MMT (Misure Meccaniche e Termiche) di cui Andrea fu il primo presidente. La prima riunione annuale ufficiale del gruppo si tenne proprio a Milano nell'aprile del 1986. La nascita del GMEE, dell'MMT e della GdM ha permesso, grazie anche all'opera meritoria dei nostri tre pionieri, di allargare gli orizzonti culturali di quanti operano con le misure, nella prospettiva di portare avanti il necessario processo di unificazione e di abbattere quelle strumentali barriere che avevano rallentato la diffusione della cultura metrologica non solo nei settori elettronico-informatico e meccanico-termico, ma anche all'interno della nostra nazione. L'incontro tra molti docenti di misure operanti in aree diverse e il coinvolgimento degli Istituti Metrologici prima e dell'INRiM poi, hanno fatto sì che sempre più imprese e qualche politico abbiano compreso l'importanza della cultura e delle competenze misuristiche per lo sviluppo industriale del nostro paese. Servono misure sempre più precise e accurate per assicurare la qualità dei processi e dei prodotti, unico modo per competere con successo nel mercato globale in un mondo in rapida trasformazione che pone sfide sempre più complesse, ma anche ricche di fascino.

Intanto, qualcosa si muoveva anche a livello ministeriale. Il 1° febbraio 1988 era stata nominata una nuova Commissione per il riordino degli Studi d'Ingegneria. In particolare, si stava lavorando alla revisione della famosa "Tabella XXIX", riguardante i corsi di laurea della Facoltà d'Ingegneria di durata quinquennale. Quelli furono anni di grande fermento, con svariate proposte di cambiamenti e innovazioni. Emersero subito le contraddizioni insite nell'aver distribuito le materie misuristiche in raggruppamenti diversi. Tra i vari problemi uno riguardava la collocazione di discipline di carattere generale come "Fondamenti della misurazione", tenendo conto che il CUN aveva raccomandato di evitare che discipline con lo stesso nome apparissero in due raggruppamenti distinti. Altro problema era inerente alla metrologia, compresa tra le discipline del raggruppamento meccanico-termico ma non in quello elettrico-elettronico.

Commissione congiunta GMEE e MMT

All'interno del GMEE Arnaldo Brandolini e Italo Gorini manifestarono la necessità di verificare la possibilità dell'unificazione dei raggruppamenti con orientamento misuristico, come l'elettrico-elettronico (allora I2000), il meccanico-termico (allora I0600), il nucleare (allora I1222) e quello di to-

pografia-cartografia (allora H0500). Mariano Cunietti, Andrea Capello insieme con Michele Gasparetto si trovarono ad affrontare problemi analoghi e furono lieti di promuovere la formazione di una commissione congiunta formata da membri del GMEE e dell'MMT. In seno a questa commissione in qualità di rappresentanti del GMEE furono designati Arnaldo Brandolini e Italo Gorini, mentre per l'MMT Francesco Angrilli e Mariano Cunietti: quest'ultimo, anche se appartenente al raggruppamento di Topografia e cartografia, aveva un corso di misure anche a ingegneria meccanica. Il 12 luglio 1988 alle ore 11, a Milano, si tenne la prima riunione della Commissione mista "Misuristi elettrici e meccanici", con lo scopo di iniziare una frequentazione più intensa dei due gruppi. Occorreva verificare la possibilità della creazione sia di un unico raggruppamento concorsuale universitario, sia di un gruppo CNR dedicato esclusivamente alle Misure, che raccogliesse tutti i ricercatori universitari e degli Istituti metrologici coinvolti nelle relative attività. Durante l'incontro si decise di migliorare la conoscenza reciproca, individuando i problemi comuni. Interessante fu la proposta di esaminare gli elementi che fanno del "misurare" una disciplina scientifica.

Una delle prime iniziative comuni promosse da questo neonato gruppo di misuristi elettrici e meccanici fu il Seminario sulle "Metodologie statistiche per il trattamento delle misure", che si tenne dal 9 all'11 ottobre 1991 a Udine presso la sede del CISM - Centro Internazionale di scienze meccaniche. Il Seminario si svolse, in collaborazione con il gruppo di lavoro "Statistica per la Tecnologia e la Produzione" della Società Italiana di Statistica. Quella di Udine ha rappresentato la prima iniziativa comune del GMEE e dell'MMT. Si era consapevoli che, dopo tanti anni di separazione dei due gruppi, era necessario all'inizio il rispetto delle reciproche identità e la ricerca di aree di comune interesse. Era il primo passo verso quel progetto ambizioso da parte di Brandolini, Capello e Cunietti di unificare i due gruppi nella prospettiva futura di aggregare anche coloro che si interessavano di misure in altri settori affini per arrivare alla costituzione di un'Associazione dei Metrologi e Misuristi Italiani - AMMI.

Quel seme che i nostri pionieri avevano seminato ha dato i suoi frutti anche se son dovuti passare quasi vent'anni prima che il GMEE e l'MMT organizzassero congiuntamente la loro riunione annuale e individuassero alcuni temi di ricerca condivisi. Dal 2010 i due gruppi tengono riunioni annuali congiunte, che inizialmente erano congressi nazionali e dal 2017 hanno assunto la for-

ma di Forum Nazionale delle Misure. Un altro importante passo per quella coesione fra tutti i settori che si occupano di metodologie sperimentali proprie della scienza e della tecnologia delle misurazioni nei diversi campi applicativi, tanto auspicata dai nostri pionieri, si è avuto con la creazione del settore concorsuale 09/E4 comprendente i due settori scientifici disciplinari "Misure Elettriche e Elettroniche" (attualmente ING-INF/07) e "Misure Meccaniche e Termiche" (attualmente ING-IND/12).

La dinamicità di Arnaldo Brandolini

Mi sia permesso, infine, ricordare la dinamicità dell'amico Arnaldo Brandolini. Egli aveva una particolare predilezione per Villa Olmo a Como dove organizzò diversi eventi, tra cui il primo Simposio dell'IMEKO TC4 su "Noise in electrical measurement" dal 19 al 21 giugno 1986. In qualità di primo presidente dell'IEEE North Italy Section's Chapter della *Instrumentation and Measurement*

Society - IMS, costituitasi nel 1989 organizzò l'*International Workshop on "Methods for partial discharge measurement and their traceability"* dal 4 al 6 settembre 1990. Il *Workshop* vide l'adesione della *IEEE Dielectrics and Electrical Insulation Society*, sponsor dell'evento. Dal 10 al 12 settembre 1991 si tenne il primo *Workshop* su "*Power Definitions and Measurements under non sinusoidal conditions*", con la supervisione tecnica di Alessandro Ferrero e la segreteria di Roberto Ottoboni e Alessandro Gandelli. Arnaldo fu attivo e apprezzato componente sia della Commissione Didattica permanente del GMEE, sia del gruppo specialistico "Misure e strumentazione" dell'AEI, insieme con l'amico Gian Luigi Furioli. Partecipò a diversi convegni dell'IMTC e molto apprezzati furono i suoi interventi a congressi nazionali e internazionali inerenti agli "Strumenti numerici per misure di potenza ed energia". La sua serietà e competenza mi sono state guida sicura durante gli anni della nostra sincera amicizia, nelle nostre frequentazioni che si sono protratte fino a poco prima della sua improvvisa dipartita.

AEIT

Promuove il vostro business

AEIT, rivista ufficiale dell'Associazione, pubblica articoli di alta divulgazione tecnico-scientifica nei settori di competenza: elettrotecnica, elettronica, automazione, informatica e telecomunicazioni.

1 + 1 = 3

Ogni 2 pagine pubblicitarie a pagamento la 3^a è gratuita!



Tariffe pubblicitarie			
I ^a di copertina	3.000 €	II ^a di copertina	1.750 €
III ^a di copertina	1.500 €	IV ^a di copertina	2.500 €
I ^a Romana	2.500 €	Interna A4	1.200 €

AEIT
 Ufficio Centrale
 Via Mauro Macchi 32
 20124 Milano
 Tel. 02 87389967
 Fax 02 66989023
 chiusi@aeit.it
 www.aeit.it