CORRIERE DEL TICINO PIÙ

NON SOLO TEORIA

Le ricadute sulla vita quotidiana

**Quando è stato inventato il primo orologio atomico nel 1955 si è potuto sincronizzare due apparecchi elettronici con una precisione impensabile prima. All'epoca nessuno aveva in mente applicazioni concrete, ma nel 1973 è stato sviluppato il sistema di localizzazione GPS, oggi utilizzato dai nostri smartphone, il cui meccanismo di funzionamento si basa principalmente sull'orario precisissimo fornito degli orologi atomici. La precisione e l'universalità delle misure tocca le nostre vite quotidiane ad esempio in campo medico. Quando si somministrano medicamenti negli ospedali una goccia in più o in meno può fare la differenza tra una terapia efficace e un sovradosaggio letale. Ci vogliono confronti internazionali perché spesso i farmaci sono sviluppati in altri Paesi e i dosaggi sono testati all'estero. È fondamentale che la quantità indicata dagli scienziati stranieri sia esattamente la stessa somministrata dai nostri medici e non ci si può permettere nemmeno il più piccolo errore.
Definendo le unità di misura sulla base di valori indipendenti dall'apparato sperimentale, i metrologi hanno le mani libere da catene metodologiche e possono sviluppare nuovi sistemi per calibrare i pesi e le misure.Così non ci saranno più limiti all'accuratezza che si potrà raggiungere.**

SESTANTE

cultura



Metrologia

Unità di misura, la rivoluzione invisibile

Da qualche settimana il sistema è completamente cambiato, ma nulla cambierà

Il 20 maggio scorso si è celebrata la Giornata Mondiale della Metrologia, la scienza che si occupa di studiare e realizzare i sistemi di misura. Quattro delle sette unità fondamentali verranno profondamente ridefinite attraverso la più grande rivoluzione del sistema metrico sin dalla sua creazione. Paradossalmente la grandezza di questo rinnovamento consiste proprio nel fatto che nulla cambierà. Ma di cosa stiamo parlando?

SIMONE PENGUE

Il chilogrammo, il metro e il secondo fanno parte del linguaggio comune, eppure non è banale capire quale sia il loro reale significato. Da una parte le unità di misura non sono altro che convenzioni, dall'altra trovarne una definizione pratica, accurata ed affidabile è tutt'altro che facile. Inizialmente l'uomo utilizzava le parti del proprio corpo per stabilire i pesi e le misure, ma con l'avanzare della civiltà è sorta la necessità di avere parametri più stabili, che non cambiassero col tempo e fossero accessibili a tutti. Gli antichi egizi furono tra i primi a cimentarsi in questa impresa, adottando per le distanze il cubito, di lunghezza pari all'avambraccio del faraone. Il cubito fu riprodotto in barre di granito della medesima dimensione e distribuito alla popolazione, creando quello che oggi chiameremmo un «etalon», o in italiano «campione».

La svolta

Il grande passo avanti nel mondo della metrologia avvenne nel Diciottesimo secolo durante la rivoluzione francese. Appellandosi a rigorosi principi logici, gli scienziati francesi cercarono di creare un sistema di misure che fosse «per tutti i tempi, per tutte le persone». Così convennero che un secondo corrispondesse ad 1/86400 della durata del giorno, un kilogrammo alla massa ad un litro di acqua e un metro at 1 parte su 10 milioni della distanza dal Polo Nord all'equatore. Queste ultime due grandezze vennero concretizzate in due manufatti in platino prudentemente custoditi nell'Ufficio Internazionale dei Pesi e delle Misure di Parigi, in modo tale che chiunque potesse calibrare i propri strumenti di misura con semplicità.
L'idea egualitaria piacque molto alla comunità scientifica internazionale, così un secolo dopo, il 20 maggio 1875, 14 nazioni firmarono una convenzione che sancì l'inizio ufficiale del sistema metrico, lo stesso che utilizziamo ancora oggi. In quella sede si stabilì che un chilogrammo e un metro equivalessero ufficialmente agli artefatti parigini, condividendo anche la definizione del secondo per scandire il tempo. Ognuno dei Paesi membri, tra i quali la Svizzera, ricevette una copia dei campioni. In questo senso le unità di misura sono come un linguaggio internazionale, che permette a tutti di comunicare in modo univoco. Per assicurarsi che non ci siano ambiguità ed errori sono stati creati istituti nazionali di metrologia in ogni Paese e ognuno di loro si assicura che entro i propri confini si rispetti la convenzione di Parigi.

Le costanti universali

Ma i tempi cambiano. La definizione delle unità basata sugli artefatti mal si sposa con la forte spinta per degli strumenti di misura più precisi imposta dalle nanotecnologie e dalla meccanica di alta precisione. Negli ultimi decenni questa necessità ha portato la comunità metrologica mondiale a ripensare la definizione del chilogrammo e di altre tre unità di base: il Kelvin, l'Ampère e la mole (vedi riquadro a lato). L'obiettivo era trovare un metodo uguale per tutti, disponibile a chiunque in qualunque momento e non soggetto a variazioni nel tempo. Affidarsi a degli oggetti, infatti, non assicura né stabilità né precisione, perché sono inevitabilmente soggetti a logoramenti e variazioni imprevedibili. La soluzione risiede in un sottile artifizio teorico: l'uso delle costanti universali. Queste ultime sono dei numeri che connettono tra loro grandezze fisiche e non dipendono dal sistema utilizzato, dalla posizione geografica, dalle condizioni atmosferiche o da chi sta effettuando la misura. L'idea era stata già testata con grande successo per il metro nel 1965, l'anno a partire dal quale esso corrisponde alla distanza percorsa dalla luce nel vuoto in una determinata frazione di secondo. La teoria della relatività, infatti, ci assicura che la velocità della luce è una costante universale. A partire da oggi, il chilogrammo sarà basato sulla costante di Planck, un valore che in meccanica quantistica permette di convertire la frequenza di oscillazione della luce in energia, scoperta, peraltro, che valse ad Einstein in suo premio Nobel. Grazie a questa innovazione ora possiamo determinare la massa di un oggetto con una incertezza equivalente allo spessore di un singolo foglio di carta su una pila alta 10 chilometri.

LE 7 UNITÀ DI BASE

Esistono moltissime unità di misura, ma per quanto siano diverse tra loro, derivano tutte dalla combinazione di queste 7 unità fondamentali:

s Il secondo ha una definizione basata sulla meccanica quantistica, dove ad ogni salto energetico di un atomo è associata una determinata frequenza della luce. Un secondo è il tempo impiegato dalla luce corrispondente ad uno specifico salto dell'atomo di cesio per compiere 9 192 631 770 oscillazioni

m Il metro è la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in 1/299 792 458 secondi. Stabilita nel 1983, è stata la prima unità di misura legata una costante universale

kg Il chilogrammo è corrisposto fino al 19 maggio alla massa del campione custodito a Parigi, ma ora è definito in base alla costante di Planck, un fattore di conversione che Einstein ha utilizzato per convertire la frequenza della luce in energia

K Il Kelvin è l'unità di misura della temperatura. È detta "scala assoluta" perché 0 Kelvin, ovvero -273.15° C, corrispondono alla temperatura più bassa teoricamente raggiungibile: 100° C sono 373.15 K. Oggi il Kelvin è definito partendo dalla costante di Boltzmann, che permette di convertire teoricamente l'energia delle particelle in temperatura

mol La mole è un modo "pratico" di contare le particelle. Con la nuova definizione è legato alla costante di Avogadro, che permette di calcolare il numero di atomi o molecole presenti in una sostanza

A L'ampere permette di misurare l'intensità della corrente elettrica e grazie alla nuova formulazione è basata sulla carica elettrica dell'elettrone, particella elementare presente in tutti gli atomi

cd La candela descrive la sensibilità alla luce dell'occhio umano che cambia le proprie caratteristiche a seconda della situazione ambientale. È stato necessario inserire la candela nelle unità di base per stabilire univocamente le condizioni di riferimento, nonostante potrebbe essere ricavata dalle altre 6 unità



P&G Infograph

BEAT JECKELMANN: RESTIAMO AL PASSO COI TEMPI

La riformulazione delle unità di misura coinvolgerà da vicino il METAS, l'istituto di metrologia svizzero. Il suo direttore della ricerca, Beat Jeckelmann, ci spiega in che modo.

Qual è il ruolo del METAS?

«Abbiamo tre compiti principali. Il primo è comparare gli standard di misura svizzeri con quelli degli altri Paesi. È l'unico modo per assicurarci di avere il giusto valore delle unità. Poi ci rivolgiamo alle industrie, offrendo servizi di calibrazione e certificazione degli strumenti. Infine siamo responsabili di monitorare il rispetto dei vincoli legali di alcuni strumenti di misurazione. Ad esempio, quando pesiamo la frutta e la verdura al supermercato vogliamo pagare il giusto prezzo per la merce che stiamo acquistando. E alla pompa del carburante vogliamo che la quantità di liquido riportata sia quella effettivamente erogata. Le verifiche dirette sul territorio sono effettuate dall'ufficio di verificazione cantonale, ma il METAS si assume la responsabilità dei controlli».

Chi ha bisogno di calibrare gli strumenti di misura con tanta precisione?

«In primo luogo i ricercatori: l'innovazione scientifica e tecnologica è possibile solo se si può misurare qualcosa meglio di quanto si facesse in precedenza. Poi ci sono le applicazioni industriali. Ad esempio nella produzione decentralizzata di un'automobile: i vari componenti sono assemblati in decine di fabbriche diverse sparse per il mondo e i margini di errore sono ridottissimi. Non c'è spazio per misure grossolane e i progettisti devono essere sicuri che tutti i componenti combaceranno alla perfezione quando saranno assemblati».

Quali sono le vostre sfide maggiori?

«Restare al passo coi tempi in tutti i settori. In passato la metrologia interessava solo campi classici come la fisica, oggi invece dobbiamo occuparci anche di realtà come biologia o medicina».

In che senso?

«In queste discipline c'è un grosso problema di tracciabilità e riproducibilità degli esperimenti. Ci sono moltissime condizioni che possono variare e non sempre è possibile ricondurre i loro risultati a delle unità di misura standard e condivise da tutti. Questo porta a incomprensioni tra gli studi condotti in diverse nazioni: se si usano metodi differenti i risultati non sono comparabili. Per questo è necessario stabilire degli accordi. Se torniamo all'esempio della medicina capita spesso che ogni azienda produttrice delle apparecchiature utilizzi dei metodi di misura diversi dalle altre. Quando si fanno delle analisi del sangue il risultato può variare in base al macchinario utilizzato, ma questo non dovrebbe accadere e può portare a gravi incomprensioni. Stiamo facendo un grande sforzo per cercare di convincere tutte le comunità scientifiche dell'importanza di unità di misura universali».

Il 20 maggio quattro unità sono state profondamente mutate: come?

«Nell'immediato non c'è stato alcun cambiamento ed è questa la parte difficile da comunicare. È una rivoluzione, ma non succederà nulla sul piano pratico. L'idea è che si cambia la definizione, ma le unità restano le medesime. Abbiamo posto le basi per diventare molto più accurati in futuro e la bellezza di queste definizioni sta proprio qui. Se qualcuno domani inventasse un metodo migliore per misurare la temperatura, noi metrologi potremmo adottarlo liberamente senza dover toccare la definizione. Inoltre le nuove formulazioni sono anche stabili nel tempo. Se misuri la massa di un oggetto oggi e fra trent'anni vuoi che un'eventuale variazione sia dovuta ad un cambiamento dell'oggetto e non della tua unità di misura».