

Per saperne di più

## Che cosa vuol dire «1 metro»? Viaggio nella metrologia /2

### FISICA GRANDEZZE APPROFONDIMENTO INTERVISTA

di Giulia Bianconi, 29 gennaio 2012

*Nella [prima puntata](#) di questo speciale sulla metrologia, la disciplina che studia le misurazioni, abbiamo concentrato lo sguardo sul significato delle misure e sulla loro origine storica. In questa seconda e ultima puntata conosciamo quali sono i problemi con cui la metrologia si confronta oggi e come è cambiato il panorama delle misure con cui abbiamo a che fare quotidianamente. Come abbiamo visto, infatti, le misure non sono immutabili nel tempo: col tempo e con il progredire della conoscenza scientifica cambiano le loro definizioni e il loro uso nella vita quotidiana. La nostra conoscenza della metrologia prosegue, quindi, con l'intervista a **Luca Malagoli**, collaboratore del [Museo della Bilancia](#) di Campogalliano, in provincia di Modena, e ricercatore in fisica presso l'Università degli Studi di Trento. **Vai in fondo al testo per trovare le domande per la comprensione***

### **Alle conferenze come la General Conference on Weights and Measures dello scorso ottobre di cosa si discute?**

(Luca M) Prima di tutto cosa sono queste conferenze. Si tratta di incontri con cadenza quadriennale organizzate dal [Bureau International des Poids et Mesures](#) (BIPM), in cui i rappresentanti dei 53 Stati membri partecipano alle discussioni per la definizione degli standard di misura nel mondo, avendo come obiettivo la diffusione e l'adozione del Sistema Internazionale come riferimento per le unità di misura. Gli incontri nel corso della Conferenza hanno come scopo principale la definizione dei parametri per l'individuazione dei campioni di unità di misura. Nel corso dell'ultima conferenza, tenutasi come di consueto a Parigi, dal 17 al 21 ottobre 2011, il Presidente della Commissione per il Sistema di Unità (CCU), professor Mills, ha indicato, tra gli altri, il seguente punto di difficoltà nel loro lavoro: *come definire una unità (di misura) fissando il valore di una costante fondamentale?* Prendiamo come esempio la definizione del metro come unità di misura di riferimento:

«il metro è la lunghezza del percorso coperto dalla luce nel vuoto in un tempo corrispondente ad un intervallo pari a  $1/299.792.458$  secondi».

Ne deriva una velocità della luce nel vuoto, indicata con  $c_0$  che vale esattamente 299.792.458 m/s. Come si nota l'unità di misura della lunghezza è definita utilizzando una grandezza fisica di natura diversa, la velocità, la cui unità di misura non è il metro (m), ma il metro per secondo (m/s). Quindi le

costanti di riferimento non devono necessariamente avere le stesse unità di misura delle grandezze da definire; piuttosto devono costituire un insieme di costanti che insieme definiscono il Sistema Internazionale (S.I.). Vediamo il procedimento utilizzato per arrivare alla definizione dell'unità di misura.

Chiamiamo  $Q$  una costante fondamentale; il suo valore non si sceglie, ma costituisce quello che noi chiamiamo «costante di natura». Il valore di ogni costante fondamentale è costituito da due parti: il suo valore numerico,  $\{Q\}$ , e la sua unità di misura,  $[Q]$ .

$$Q = \{Q\} \times [Q]$$

Ad esempio:  $c = \{c\} \times [c] = 299.792.458 \text{ m/s}$

Il procedimento è bidirezionale: si sceglie il valore numerico della costante di riferimento,  $\{Q\}$ , e come conseguenza viene determinata l'unità di misura  $[Q]$ ; ovvero si sceglie l'unità di misura,  $[Q]$ , e come conseguenza si ha il valore numerico della costante fondamentale. Il BIPM ha scelto la prima delle due possibilità, partendo, quindi, dal valore numerico della costante fondamentale e desumendone l'unità di misura. Gli approfondimenti all'argomento sono tutti disponibili sul [sito del BIPM](#).

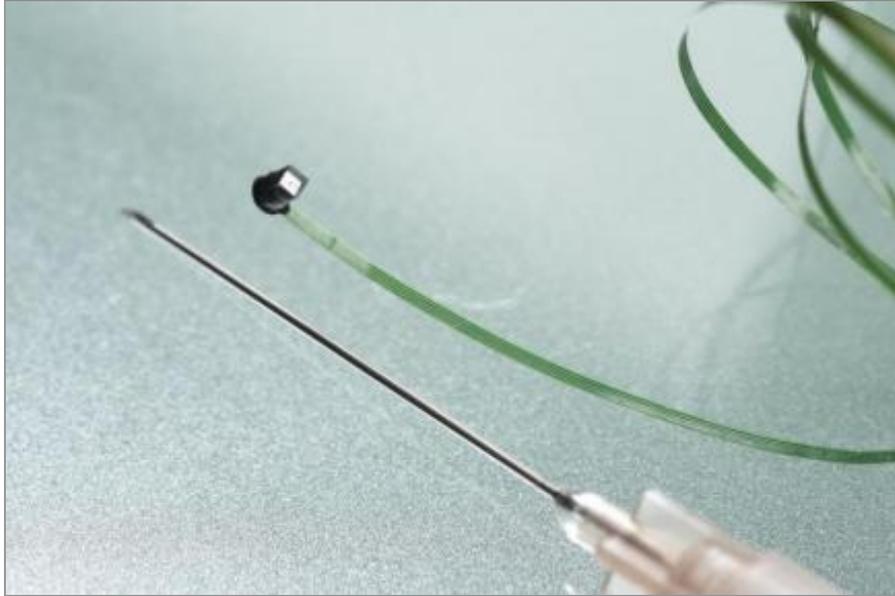
### **La globalizzazione e le nuove tecnologie hanno comportato dei cambiamenti nel modo di pensare le misure?**

(L.M.): Il processo di globalizzazione ha certamente contribuito all'aumento degli scambi tra mondi afferenti a sistemi di unità di misura differenti, rendendo ancora più importante il processo di unificazione delle unità, iniziato ai tempi della Rivoluzione francese ma tuttora in corso. Nella conversione da una unità di misura di un sistema alla sua analoga in un altro, bisogna per forza arrotondare, tanto nel calcolo delle quantità, quanto nella misura delle stesse. Una differenza anche piccola (qualche millesimo) riportata per una quantità di volte molto grande porta a differenze significative, oltre a rendere maggiormente complesso il procedimento di verifica, necessario per certificare la certezza della taratura degli strumenti di misura.

Nel secolo scorso, in cui importantissimi avanzamenti sono arrivati in molti settori della tecnologia, dal radar al lettore CD, è anche emerso un fatto importantissimo: **l'onnipresenza del BIT o del byte**, le unità di misura della quantità di informazione. Un cambiamento molto significativo nella velocità e nell'impatto sulla vita di tutti i giorni è stato il passaggio da tecnologie analogiche a tecnologie digitali: basta pensare a com'è cambiato il nostro rapporto con la musica, dei video e delle foto. Il BIT ha invaso la vita di ogni giorno in modo tanto inaspettato quanto pervasivo, al punto da renderci almeno un po' familiari con un sistema logico binario e non di tipo ipotetico-deduttiva a cui siamo abituati. I possibili valori di riferimento sono soltanto due: 1 o 0 (o alto e basso; On e Off, o in molti altri modi). Non è un linguaggio nuovo, ma si tratta di un linguaggio a cui sono abituati solo coloro che si occupano di progettare tali dispositivi.

E il cambiamento è grande, in quanto con combinazioni variamente complesse di successioni di zero e di uno, è possibile ottenere tutto quanto siamo ormai abituati a considerare come risultante da

strumenti tecnologici. Quindi il cambio non è tanto dal punto di vista dell'introduzione di nuove unità di misura, quanto nel prendere confidenza con unità di misura, i bytes, a cui non tutti sono abituati.



*La videocamera più piccola al mondo, utilizzata in maniera sperimentale in medicina*

*(Immagine: [finestraperta.com](http://finestraperta.com))*

### **L'elettronica e l'informatica sono l'unico settore che ha subito forti cambiamenti in questi ultimi anni, almeno dal punto di vista delle misure?**

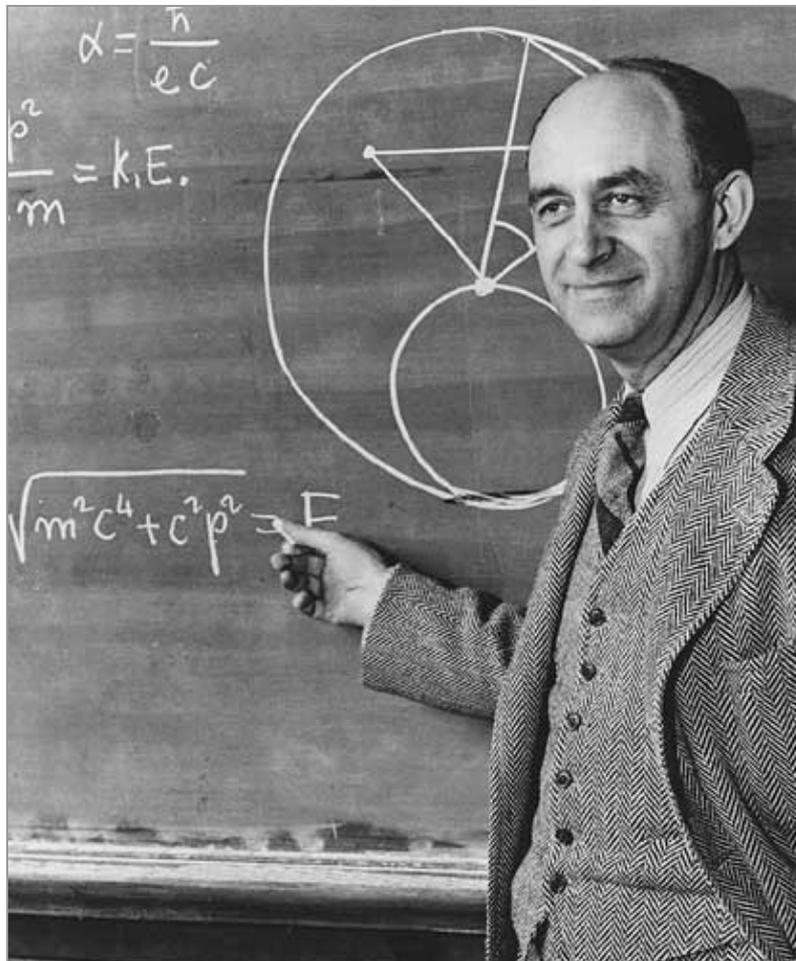
(L.M.): Ovviamente no. Per esempio, in modo analogo è possibile ragionare nel campo delle **nanotecnologie**: non si è chiamati a prendere confidenza con unità di misura nuove, piuttosto diventa necessario aumentare la confidenza con sottomultipli (e multipli) dell'unità di misura fondamentale della lunghezza, il metro. Le nanotecnologie hanno apportato un grande avanzamento nella ricerca: hanno permesso di scendere di tre ordini di grandezza rispetto al limite precedente, che coincide con le dimensioni micrometriche. In termini tecnici si è passati dalla capacità di indagare il mondo da un milionesimo ( $10^{-6}$ ) ad un miliardesimo ( $10^{-9}$ ) di volte più piccolo dell'unità di misura. Assieme al dato tecnico è importante associare il dato sociale: poter indagare tre ordini di grandezza più in basso rispetto al limite precedente significa poter arrivare prima, anche in termini di tempo, all'individuazione dei fenomeni sotto ricerca. Ad esempio, avere a disposizione un dispositivo diagnostico capace di individuare l'insorgenza di cellule ammalate con un anticipo determinato dalla capacità di «vedere» tre ordini di grandezza più in basso può essere decisivo nella cura di una gran quantità di patologie.

### **Esistono davvero persone affette da snumeratezza e altre particolarmente brave a effettuare delle stime?**

(L.M.): Capita in certi casi, fortunatamente non molto spesso, di sentire riferire dei valori di misura totalmente privi di ogni aggancio con la realtà. La causa di tali macroscopici errori di solito coincide con una marcata assenza di capacità di prevedere il possibile valore della misura, effetto totalmente

scollegato dal forzare la misura al risultato voluto. Si parla, in questo caso, di capacità o meno di effettuare la stima del risultato atteso, passaggio fondamentale nella valutazione del risultato stesso. È un'operazione precedente rispetto all'atto della misura, su cui esercitarsi per acquisire buone capacità.

Dal punto di vista della storia della scienza esiste un caso molto interessante di uno scienziato di incredibili capacità tanto sperimentali quanto teoriche, famoso anche per la sua maestria nella valutazione (stima) del risultato della misura in essere. Stiamo parlando del fisico italiano **Enrico Fermi**, la cui abilità nell'impostare semplici esperimenti deputati a verificare, da un punto di vista numerico, le sue previsioni teoriche, è passata alla storia. L'episodio più conosciuto riguarda la determinazione della portata, in termini di potenza dell'esplosione, del primo esperimento atomico della storia, avvenuta nel deserto del New Mexico, nei pressi di **Alamogordo**, nel luglio del 1945. Trattandosi di un primo esperimento al mondo non esistevano riscontri sperimentali eseguiti da nessun gruppo di ricerca, né, tantomeno, letteratura scientifica relativa. Dai calcoli teorici gli scienziati si aspettavano un certo valore della potenza della bomba; Fermi, prima di recarsi sul luogo dell'esplosione aveva preparato una piccola quantità di pezzetti di carta da liberare nel momento in cui avrebbe sentito l'esplosione. Tenendo conto della distanza tra il luogo dell'esplosione e il bunker nel quale si sarebbe sistemato, considerando ogni altro parametro coinvolto, dalla valutazione della distanza a cui i pezzetti di carta avrebbero toccato terra rispetto al punto del loro rilascio, dalla lettura di una tabella preparata allo scopo il fisico romano sarebbe stato in grado, e in effetti lo fu, di fornire una prima stima del valore dell'esplosione.



La passione del fisico premio Nobel nel 1938 per la capacità di stimare i risultati attesi nel corso di un esperimento era talmente marcata da suggerirgli l'idea di inventare una serie di domande a cui fornire risposta semplicemente attraverso stime basate esclusivamente sulla logica. Proprio per sottolineare questa sua particolare capacità e per rendere merito all'idea, l'insieme di queste domande è passato alla storia con il nome di Fermi questions o **Fermi problems**. Uno dei preferiti di Fermi era questo: «Quanti accordatori di pianoforte ci sono a Chicago?». È evidente come il risultato atteso non sarà un numero piuttosto che un altro. Si tratta di andare ad individuare l'ordine di grandezza in cui collocare il numero richiesto; infatti la fisica, a differenza di altre scienze, non sempre necessita di valori quanto più precisi possibile per capire l'andamento di un dato fenomeno. Capito lo spirito delle Fermi questions diventa facile immaginarne di nuove; ad esempio, si può provare a stimare quanti metri di pizza vengono mangiati in un anno in una data pizzeria; ovvero valutare quanti caffè serve il bar sotto casa in un arco di tempo determinato; ovvero valutare il numero di fili d'erba presenti in un quadrato, di lato definito, di un giardino; ovvero il numero di cristalli di sale grosso presenti in un pacchetto da un chilo; l'unico limite diventa la **fantasia**.

### Domande di comprensione

---

1. Qual è l'obiettivo degli incontri quadriennali del Bureau International des Poids et Mesures?
2. Su che cosa si basa la definizione di un'unità di misura secondo le ultime indicazioni del BIPM? Che procedimento si utilizza?
3. In che modo la globalizzazione ha avuto effetti sulle unità di misura?
4. Come si chiama l'operazione che si opera trasformando un'unità di misura di un sistema all'analogia di un altro sistema di misure? Che tipo di problemi può far nascere?
5. Passando da milionesimi di metro a miliardesimi di metro, di quanti ordini di grandezza «più in basso» ci siamo spostati?

### Prosegui la lettura

---

1. **[La prima puntata dell'approfondimento sulla metrologia](#)**

Intervista a Lia Apparuti, curatrice del Museo della Bilancia

---

Tag: [biolca](#), [carato](#), [kilo](#), [metro](#), [metrologia](#)

© 2008 - 2012 Zanichelli Editore SpA