

# #misurare#

☒ Ieri ho pubblicato su Facebook un post dedicato alla *resilienza* che mi ha indotto a pensare alla *moda delle parole*. C'è stato un periodo in cui *l'entropia si sprecava* e se non dicevi entropia al momento giusto eri *poco più che un mentecatto*: psicoanalisi, sociologia, economia, politica, relazioni sociali, ... oltre naturalmente alla fisica e alla chimica.

Le grandezze fisiche sono una cosa seria e ogni tanto arriva qualcuno che ne sa poco o nulla e *le piega al suo genericismo*. Per esempio *l'entropia*, nata dal mondo della termodinamica per spiegare come mai se *l'energia in ogni processo si conserva trasformandosi, non si possano invertire le trasformazioni e, volendo, invertire anche la freccia del tempo (dal passato al futuro, ma anche viceversa)*. L'entropia si connette alla idea di irreversibilità e la cosa più irreversibile con cui abbiamo a che fare è la vita stessa.

La esistenza di una *questione energetica*, è stata interpretata dalla meccanica statistica nella seconda metà dell'ottocento in termini di *evoluzione spontanea verso il livellamento* (il disordine è più probabile dell'ordine). Dopo di che *la diga si è rotta: bisogna combattere l'entropia dei sentimenti, bisogna diminuire l'entropia di questa classe, il super-io diminuisce l'entropia, ...* Per non parlare dell'uso che viene fatto *in chiave paragnostica* del concetto di energia.

Man mano che invecchio la tendenza a *parlare a vanvera mi risulta sempre più insopportabile* mentre tra gli strumenti e i luoghi della comunicazione si fa sempre più strada la *scorciatoia della volgarizzazione*, una specie di *aiutino* rivolto a *quelli che non vogliono pensare*.

La società dei consumi ci ha sommerso di sofisticati dispositivi che ci mettono a disposizione, con un click, una

quantità enorme di informazioni o di *facilities*. Come funzionano? Chi lo sa? – Chi li ha pensati? Chi lo sa? Li usiamo perché funzionano. Un pochino ve ne ha parlato Lorenzo Baldi nel suo articolo sulla evoluzione del mondo dei microprocessori ([la microelettronica sta per cambiare](#)).

La *tecnologia ci permea sempre di più*, fa parte del vivere quotidianoma contemporaneamente sembra *arretrare la consapevolezza*. Avete notato che, a differenza di quanto accadeva una ventina d'anni fa, quando qualunque confezione conteneva, insieme al prodotto, un manuale utente e una guida tecnica di riferimento; manuali spesso più grandi dell'oggetto, si è passati dapprima alla stessa cosa ma messa su CD, poi ai video tutorial su YouTube. Ora sono rimasti solo i *quick start* dei foglietti in 24 lingue in cui ti spiegano in poche righe come si accende, come si spegne e come fare a contattare il servizio di assistenza. Per fortuna *gli smanettoni*, grazie alla rete, possono usufruire dei *forum*, ma anche quelli iniziano a diventare problematici perchè *si riempiono di domande cretine e si fatica a separare le informazioni dalla spazzatura*.

Se dal mondo degli oggetti passiamo a quello della informazione e della comunicazione il quadro non muta.

**Dibattiti televisivi:** appena uno degli ospiti cerca di articolare una proposta o dare una spiegazione, interviene solerte l'*anchor man di turno*, lo blocca, *fa capire che chi parla sta annoiando il pubblico* e manda la pubblicità non prima di aver riassunto in maniera sbagliata e banale quello che l'ospite cercava di dire.

Invece la scienza, dal punto di vista dei metodi, è passata attraverso una *fase classificatoria* che rimanda alla teoria degli insiemi (si pensi alla botanica o alla zoologia), per passare ad una *fase comparativa* basata sulle qualità e sulla relazione di ordinamento (più caldo, meno caldo, freddino, gradualità dei colori, ...), per arrivare infine al *metodo*

*quantitativo* che, non sempre e in ogni contesto è immediatamente applicabile ma che, trasformando un concetto in una grandezza misurabile rappresenta comunque un punto di arrivo.

Punto di arrivo problematico, visto che non tutto è misurabile sia per ragioni pratiche, sia per ragioni concettuali, e che nei processi di misura e in genere di raccolta dati si aprono tutte le problematiche connesse all'uso della statistica e del calcolo delle probabilità.

Ne ha trattato ampiamente uno dei padri del neopositivismo Rudolf Carnap in *I fondamenti filosofici della fisica* (Il Saggiatore) e il tema è alla base di una corrente radicale di pensiero (l'*operazionismo* di Percy Bridgman – 1927) secondo cui la risposta alla *domanda relativa a cosa sia una certa grandezza* stia nella *descrizione del come la si misuri*. Bridgman era un fisico *politicamente impegnato* nelle battaglie di Einstein e Russel per il disarmo ed è famoso anche perché è morto suicida nel 1961. Era malato di cancro allo stadio terminale e si uccise nel suo laboratorio con un colpo di pistola lasciando scritto: «*It isn't decent for society to make a man do this thing himself. Probably this is the last day I will be able to do it myself*». (credo che sia indecente che la società costringa una persona a farlo da solo. Probabilmente oggi è l'ultimo giorno in cui sarei riuscito a farlo da me).

A proposito di operazionismo ha fatto storia la *definizione tranchant di tempo* data da Einstein: *il tempo è quella cosa che si misura con gli orologi*.

Banale? Talmente banale che ne sono venute fuori, il crollo del concetto assoluto di simultaneità per eventi spazialmente distinti, la relatività degli intervalli temporali e delle distanze (più noti come rallentamento degli orologi e contrazione delle lunghezze) mentre l'assoluto si è trasferito ad un livello superiore (il cosiddetto invariante spazio-

temporale).

Per le lunghezze la unità di misura è il metro con i suoi multipli e sottomultipli solitamente espressi tramite le potenze del 10, quello che gli scienziati chiamano *l'ordine di grandezza*. L'esponente della potenza rappresenta il numero di zeri dopo l'1 se è positivo e il numero di posti dopo la virgola se è negativo. Il cambiamento di una unità nell'esponente vuol dire moltiplicare o dividere per 10. Così  $10^3 = 1'000$  mentre  $10^{-3} = 0.001$  mentre, passare da 3 a 5 nell'esponente vuol dire spostarsi di due posti e cioè moltiplicare per 100.

Poi ci sono anche le abbreviazioni simboliche, i prefissi, ma non sono indispensabili perché si tratta solo di nomi. (p – pico) sta per  $10^{-12}$ , (n – nano) sta per  $10^{-9}$ , ( $\mu$  – micro) sta per  $10^{-6}$ , (m – milli) sta per  $10^{-3}$ , (k – chilo) sta per  $10^3$ , (M – mega) sta per  $10^6$ , (G – giga) sta per  $10^9$ , (T – tera) sta per  $10^{12}$ .

Si dirà, ma perché tanta complicazione, *in fondo sono così comodi i campi da calcio*, le discoteche, le bombe di Hiroshima, i milioni, i bilioni e i trilioni come criteri di paragone... ? Effettivamente ci sono persone che amano le parole che finiscono in -oni. E allora parliamone. Io sono curioso di capire la ragione per cui parlando di 10 km, in TV si senta dire: *pensate, come se metteste in fila tremila automobili*. Le automobili, i campi di calcio e le bombe nucleari sono le metafore predilette.

Il nanometro (nm) pari a  $10^{-9}$  m rappresenta la dimensione degli atomi ed è anche la dimensione cui stanno arrivando le tecnologie della miniaturizzazione in elettronica (le nanotecnologie). Se però vi piace di più 0.000'000'001 lo potete fare. E magari non usate nemmeno quell'apostrofo che serve a dividere in gruppi di 3 per migliorare la lettura,

come capita con le banche che ti danno degli IBAN in cui non sai mai quanti sono gli zeri da mettere prima del numero di conto e se cerchi di leggerli ti va insieme la vista.

Con il  $\mu\text{m}$  (micrometro) pari a  $10^{-6}$  m (il millesimo di millimetro) arrivate alle dimensioni dei batteri e anche al limite di funzionamento dei microscopi ottici. Tra i micron e i nano, ci sono i virus, le grandi molecole, il DNA, la vita e la morte ... *se vi pare poco*. In soli tre ordini di grandezza c'è un sacco di roba che interessa i fisici, i biochimici, i virologi, i genetisti. Sono cose di cui conosciamo le leggi fondamentali ma restiamo fregati dalla complessità.

Sapete bene che non c'è solo *l'infinitamente piccolo* (che viaggia intorno al limite di  $10^{-18}$  m), c'è anche *l'infinitamente grande*. In astronomia divulgativa si usa per le distanze interstellari *l'anno luce* (la distanza che la radiazione elettromagnetica percorre nel vuoto in un anno solare medio) pari a  $9.46 \times 10^{15}$  m (qualcuno direbbe circa 10 milioni di miliardi) o un suo parente stretto che si chiama *parsec*. A parte il Sole la cui luce impiega circa 8 minuti per arrivare a noi, le stelle più vicine a noi distano qualche anno luce e via a crescere

Ma anche l'anno luce si è rivelato troppo ristretto per chi si occupa di cosmologia, visto che l'universo osservabile è  $4,6508 \times 10^{10}$  anni luce e allora vale la pena di tornare al beneamato metro per dire che l'universo osservabile vale circa  $4 \times 10^{26}$  m. Potremmo rifare questi ragionamenti ragionando delle unità di tempo e delle unità di massa e ci renderemmo conto che abbiamo a che fare con una variabilità di diverse decine di ordini di grandezza.

In fisica esistono delle grandezze, dette *fondamentali*, che noi pretendiamo di considerare invariabili nel tempo e nello spazio e di solito le associamo a qualche fenomeno

fondamentale nel cammino della conoscenza umana e alla relativa legge che lo condensa. Quella più famosa è certamente la velocità della luce (e di tutte le onde elettromagnetiche) nel vuoto che indichiamo solitamente con la lettera minuscola  $c$  e che vale all'incirca  $2.998 \times 10^8$  m/s.

Si tratta di una costante davvero importante ed è stato riflettendo sulla sua costanza, non dipendente dallo stato di chi la osserva, che è nata la teoria della relatività. Se siamo su un'auto che si muove con velocità  $v$  e lanciamo in avanti un oggetto con velocità  $V$  quell'oggetto per un osservatore a terra risulterà avere una velocità  $v + V$ . Questo non accade alla luce che si muove con velocità  $c$  per tutti gli osservatori.

Mi chiedo e vi chiedo, *perché la luce ha proprio quel valore di velocità?* L'elettromagnetismo classico consente di prevederne il valore partendo da alcune costanti sperimentali dei fenomeni elettromagnetici. A prima vista si potrebbe obiettare che quel valore viene a dipendere dalle unità di misura che abbiamo scelto per gli intervalli di tempo e per le lunghezze e il suo valore sarebbe diverso se scegliessimo delle diverse unità. Osservazione ineccepibile, ma a parte la dipendenza dalle unità scelte, un valore esiste. E' quello e solo quello.

Perché con le nostre unità è proprio quello? Come sarebbe il nostro mondo se quel valore fosse diverso? Possiamo solo rispondere che il nostro mondo è fatto così e noi abbiamo la pretesa di dire (questa è la fisica come ricerca di leggi universali) che sarà così anche nei punti dell'Universo in cui non siamo ancora giunti (l'universo è chiuso ma non limitato!).

Ma nella nostra conoscenza del mondo ci sono delle altre sorprese: giocando con le costanti universali abbiamo scoperto che si possono produrre delle altre costanti prive di dimensioni e se una costante è priva di dimensioni vuol dire

che il suo valore è sempre lo stesso qualunque sia il sistema di unità che avete usato per misurarla. Quel numero *rappresenta una informazione importante sulla natura*. Un po' come accade in geometria per il rapporto tra la misura della circonferenza e il suo raggio che vale sempre pigreco (3.1415...) sia che misuriate in metri, in pollici o in quel che vi pare. Ma in questo caso abbiamo a che fare con cose più complesse.

Un'altra cosa che ci intriga è la seguente. *Giocando con le costanti universali* (la velocità della luce, la carica dell'elettrone che rappresenta il granulo di elettricità, la costante di Planck che connette il tempo alla energia e che fa da mattone del principio di indeterminazione, la costante di Boltzmann che connette la temperatura alla energia, ...) si possono produrre delle *costanti dimensionali* che hanno le dimensioni di una massa, di un tempo, di una lunghezza.

Noi fisici le chiamiamo *grandezze di Planck* (le ho riassunte nella immagine di apertura) e *ci chiediamo se non debbano essere loro le unità di misura fondamentali* anche se, spesso, hanno valori molto diversi dalle unità che abbiamo scelto storicamente dopo secoli di civiltà umana.

Per esempio il metro è stato introdotto quando a fine 700 si è riusciti a misurare un tratto del meridiano di Parigi e si è deciso di fissare una unità che avesse grosso modo le dimensioni di un uomo e corrispondesse ad un numero facile da dire (la quarantamilionesima parte del meridiano, un numero tondo). Tutto ciò naturalmente ha a che fare con la rivoluzione francese e con l'illuminismo.

Poi, nel tempo le misure si sono fatte più precise e il metro, rimasto identico, ha smesso di rappresentare un sottomultiplo semplice del meridiano. Sono cambiate tante cose, ora lo si definisce tramite processi di fisica atomica, ma la genesi è rimasta quella. Invece la lunghezza di Planck vale  $5,729'475 \times 10^{-35}$  m, una grandezza piccolissima, e allo

stato attuale, nella nostra indagine del mondo noi non sappiamo cosa accada, cosa ci sia, come sia lo spazio a dimensioni inferiori a  $10^{-18}$  m.

Una bella sfida: *dall'infinitamente grande all'infinitamente piccolo grazie alla capacità di pensare e di misurare.*

---

## **Facebook 5 e 6 agosto 2020**

Stamattina tutti a prendere per il culo il Sottosegretario che ha confuso la Libia con il Libano. Ma voi avete ascoltato i servizi radiotelevisivi che assimilavano l'esplosione del deposito di nitrato di ammonio a quella di un ordigno a fissione nucleare?

Sul piano della disinformazione, degli effetti, del tipo di rilascio dell'energia, dell'inquinamento, delle caratteristiche del fungo siamo esattamente allo stesso livello di cretineria.

---

La parola **resilienza** l'ho sentita per la prima volta nel corso di tecnologia in terza perito. Era il lontano 1962-1963.

Studiavamo le proprietà dei materiali, in particolare dei metalli, e dunque parlavamo di *elasticità, flessibilità, rigidità, fragilità, resistenza alla trazione, resistenza alla compressione, resistenza superficiale, resistenza al taglio* e così via.

Si trattava di nomi che volevano condensare una proprietà e molto spesso li si traduceva poi in termini quantitativi attraverso una legge che connettesse sforzo e deformazione.

Poi tutte queste parole, attraverso uno slittamento di ambito di applicazione, sono passate all'economia, alla psicologia, alle Scienze del comportamento o alla sociologia e ogni tanto diventano di moda.

Per esempio *la resilienza*, oggi molto di moda, sta a indicare, quantificare, o misurare la *capacità di adattamento*.

Ci sono delle persone che hanno imparato delle parole nuove dall'uso che ne fanno la politica piuttosto che il giornalismo e non si preoccupano di informarsi su origine e significato. Ne ho avuto la prova poco fa, durante la comunicazione al parlamento sullo stato sanitario del paese, da parte del ministro Speranza.

Non si dice *capacità di elasticità*, *capacità di rigidità*, *capacità di fragilità* ma, parlando di sé, di qualcuno, o di un contesto, si dice *elasticità rigidità o fragilità*. Vale anche per la resilienza. Non c'è la *capacità di resilienza*, c'è la *resilienza* e se ti piace capacità dirai *capacità di essere resilienti*.

Capito, Speranza?