

MĂSURA LUMII ȘI LUMEA MĂSURII...

Radu Munteanu, prof. dr. ing., D.H.C., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Adrian Graur, prof.dr.ing., D.H.C., Univesitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava

Pentru om, dar mai ales pentru creator, există o ciudată filosofie a timpului. Ce înseamnă prezent, trecut sau viitor? Venit din viitor, acest prezent insesizabil este înghițit de un trecut care se hrănește neconținut cu viitor. Așa se face că noi și știința noastră suntem făcuți din viitor, veșnic transformat în trecut. Iar, dacă mai mult timp nu înseamnă mai multă eternitate, o carte despre istoria unei științe se poate scrie pentru eternitate, fiindcă amintirea seamănă în noaptea trecutului cu o candelă ce cu vremea se stinge. Dar, dacă ne amintim de fapte și lucruri atunci când trebuie, candela nu se stinge, iar amintirea participă la o creație continuă...

Metrologia este știința care oferă cunoștințe asupra mărimilor fizice, cu referire la valoarea lor, folosind o exprimare într-un limbaj normal, sub formă de lege, a cărui justificare rezidă din originea sa matematică. Ea se aplică la toate fenomenele observabile, cu atât mai bine cu cât aceste fenomene sunt mai exact cunoscute, deoarece o măsurare este cu atât mai precisă cu cât mărimea care formează obiectul ei este mai bine definită.

Raportul dintre metrologie și celelalte științe este determinat de caracteristicile ce condiționează alte științe. Fiindcă legile sale se aplică în toate domeniile, având un caracter de universalitate. Recurgând la ajutorul altor științe, progresul este strâns legat de evoluția domeniilor experimentale, iar metrologia are caracter de intraștiință.

Rolul măsurătorilor în cercetare și în tehnică se relevă sub două aspecte. Astfel, din punctul de vedere al teoriei, indică operatorului condițiile experimentale optime, iar beneficiarului gradul de încredere pe care îl poate acorda rezultatelor obținute. Din punctul de vedere al tehnicii precizează constructorului de mijloace de măsurare principiile de calcul și realizare a acestora, pentru a atinge performanța dorită.

Metrologia, în cercetarea științifică, are ca scop obținerea valorii adevărate a unei mărimi. În tehnică, urmărește verificarea obținerii unei mărimi între anumite toleranțe, impuse de indicatorii de calitate ai proceselor tehnologice care uneori sunt mai mici decât eroarea admisibilă față de valoarea adevărată.

Istoria ne-a învățat de atâtea ori ce înseamnă jocul hazardului și al necesității în marile bifurcări ale sale. Dar, istoria metrologiei ne spune că dacă cineva vrea să ne învețe un adevăr, trebuie să ne ducă până acolo unde putem să-l descoperim singuri. Dacă știm să măsurăm...

Putem filosofa mult, dar se pare că adevărul este cel mai teribil pat al lui Procust, pe măsura căruia trebuie ajustat neconținut omul. Omul, această ființă inconstantă prin definiție, se rotește mereu în jurul adevărului, evaluând și măsurând...

Metrologia furnizează o parte din mijloacele cu care omul studiază mediul în care trăiește, pentru a-l exploata în scopul producerii de bunuri materiale și spirituale. Între măsurare și acțiune se interpune operatorul, care poate fi omul sau mașina. Mașina poate interpreta, după anumite convenții, rezultatele măsurătorilor, pentru a comanda un proces tehnologic automatizat. Măsurarea fiind integrată în mașină, rezultă

că procesul de automatizare nu se poate concepe fără elementele metrologice. Trebuie relevat și aspectul în care automatizarea intervine fie în procesul de măsurare, fie în construcția aparatelor automate.

În prezent, măsurătorile izolate nu corespund întotdeauna, astfel că adesea ele se asociază cu alte măsurători într-un cadru sistemic. De aici decurge tendința actuală de a folosi un număr mai mare de instrumente, reunite convenabil între ele, care să furnizeze date unui operator în vederea tratării optime a informației, iar funcția de monitorizare este încredințată calculatoarelor. Măsurătorile (izolate, serii de măsurători, statistice sau inteligente) intervin în activitatea științifică, tehnică, economică și socială, constituind un domeniu important al tehnicii informației, prin furnizarea unor date, determinate calitativ și cantitativ, în vederea prelucrării sau folosirii lor în procesele de reglare automată, control și automatizare.

Aprofundarea cunoașterii fenomenelor fizice și a proceselor tehnologice a dus la elaborarea unui număr tot mai mare de metode de măsurare, în cadrul cărora s-a dezvoltat o mare varietate de mijloace de măsurare. Bogată în tradiții remarcabile în trecut, metrologia - atât de necesară și deopotrivă umană - contribuie azi și va contribui și mai mult în viitor la progresul civilizației.

Nu știu dacă apucăm ziua de mâine, dar ne place să discutăm viitorul. Eu văd acest viitor de tip tehnologic și intelectual, cu schimbări în toate domeniile, dictate de măsurători din ce în ce mai exacte. Modul din ce în ce mai precis în care percepem lumea are o influență asupra propriei noastre condiții, iar din acest punct de vedere, ideologia viitorului nu se va fonda pe certitudini, ci pe întrebări. Aceasta înseamnă mai multă cunoaștere, evaluări mai precise, mai multă măsură și măsurare. În acest context, civilizația viitorului va fi bazată pe inteligență, având ca resursă informația...

Conștiința critică legată de posibilitățile umane și inumane ale progresului, presupune o remediare continuă a dezechilibrului dintre puterea tehnică și înțelepciune prin acceptarea metrologiei ca factor de civilizație și mediere. Fiindcă geneza și evoluția creației în domeniul metrologiei postulează că tehnică a fost servită de mijloace de măsurare, confirmând trăsătura de „zoon metron” a omului civilizat.

La început omul a fost "*erectus*", iar când a devenit "*sapiens*" și "*faber*" s-a transformat pe un drum fără sfârșit în "*homo metricus*", înțelegând treptat că certitudinea absolută este privilegiul minților needucate, după cum spunea J. Keyser.

În continuare, vă propun un exemplu care poate argumenta afirmația anterioară, adică să punem în discuție chiar și certitudinea. Este evidentă, pentru toată lumea, obligativitatea utilizării Sistemului Internațional de Unități (SI), iar subiectul nici n-ar trebui luat în discuție. Dar, publicația Colegiului profesioniștilor în Standardizare (26 septembrie 2005) cunoscută sub numele de "*Standard contact*" prezintă o reclamație a unui automobilist francez, care a fost surprins cu o viteză de 250 de kilometri pe oră pe o porțiune de carosabil cu viteza limitată la doar 70 de kilometri pe oră. Iată textul preluat din publicația amintită:

"Onorată Curte,

Într-adevăr am văzut semnul de circulație "70", scris cu negru pe fond alb și încadrat într-un cerc roșu pe un panou, dar fără nici o altă indicație de unități de măsură.

După cum știți, legea din 4 iulie 1837 impune ca obligatoriu în Franța sistemul metric. Decretul nr. 65-501 din 3 mai 1961 (în conformitate și cu directivele europene) definește ca UNITĂȚI DE BAZĂ LEGALE, unitățile sistemului internațional (SI). Ori, în sistemul de unități SI, unitatea de măsură a lungimii este "metrul", iar unitatea de măsură a timpului este "secunda". Este deci evident că unitatea de măsură LEGALA a vitezei este METRUL PE SECUNDĂ.

Eu nu pot să-mi imaginez nici o clipă că Ministerul de Interne nu ar aplica legile Republicii Franceze. Prin urmare, 70 m/s corespund exact la 252 km/h. Polițiștii afirmă că eu am fost cronometrat cu 250 km/h, lucru pe care eu nu-l contest. Mă aflam, deci, cu 2 km/h sub limita autorizată de viteză.

Vă rog să luați notă, să-mi restituiți permisul de conducere și să-mi permiteți să mă retrag.

Am onoarea să vă salut."

Situația pare o glumă, dar dacă am studia SR ISO 1000/1995 care se referă la "Unități SI și recomandări pentru utilizarea multiplilor și submultiplilor lor zecimali precum și a altor unități" am putea reflecta cu multă seriozitate, fiindcă oricât de riguroși am dori să fim, ceva ne scapă mereu...Este un paradox ca acum, în epoca preciziei de neînchipuit, să avem probleme de interpretare. Care a fost verdictul? Ce a spus instanța? Vă invit să răspundeți!

Metrologia are o fascinație aparte. Aș justifica această afirmație prin cel mai cunoscut experiment bazat pe interferometrie din istoria științei. Astfel, în 1887, Albert Michelson și Edward Moreley, folosind o tehnică de măsurare bazată pe interferometrie - adică utilizând franjele de interferență pentru realizarea măsurărilor - au stabilit că viteza luminii nu este afectată de mișcarea Pământului în spațiu. Acest rezultat extraordinar a sprijinit teoria relativității a lui Einstein, care postula că viteza luminii în vid este o constantă universală... Apoi, după 1960, astronomii au fost stimulați de rezultatele lui Martin Ryle și au folosit tehnica interferometrică în combinație cu radiotelescoapele, pentru a proiecta și realiza telescoapele gigantice.

La ora actuală, cu ajutorul interferometriei, telescoapele răspândite pe întreaga suprafață planetară, pot fi cuplate între ele prin satelit și calculator pentru a prezenta echivalentul unui telescop simplu... cu diametrul egal cu cel al planetei!

Acesta este un exemplu fascinant fiindcă oamenii de știință își pot imagina radiotelescoapele viitorului amplasate în nemărginirea spațiului. În acest sens, dacă un radiotelescop ar fi instalat pe Lună și ar lucra cu cele terestre, ar asigura echivalentul unei antene cu diametrul egal cu distanța de la Pământ la Lună!

Realizările metrologice actuale au arătat că aparatele interferometrice sunt atât de sensibile încât pot detecta mișcarea unui obiect, care se deplasează cu doar un centimetru la câteva sute de ani...

Cunoaștem mai mult decât cei din veacurile trecute, dar știm mai bine decât ei ceea ce nu știm. Așa se face că, treptat, am dobândit o măsură din ce în ce mai exactă a ignoranței noastre, iar această măsură îi face prudenți pe cei înțelepți, pe cei care nu contrazic ceea ce nu înțeleg...

În antichitate, Socrate atrage atenția asupra iluziilor, la care ne expunem, dacă ne bazăm numai pe simțurile noastre și nu recurgem la măsurări. Sigur, acuratețea

mediocră a metodelor folosite atunci pentru măsurarea lungimii, suprafeței, volumului, greutateii sau masei face și mai enigmatice vestigiile antichității.

În mod paradoxal, pentru măsurarea lungimilor și suprafețelor mari, unitatea de măsură era timpul. Adică o călătorie era „lungă de trei zile sau de două luni”... Un acru reprezenta o suprafață de pământ pe care un om o putea ara într-o zi cu o pereche de boi, iar unitatea de lungime a brazdei era furlong-ul, ce reprezenta a opta parte din actuala milă terestră. Apoi, unitățile de măsură au fost raportate la lungimile unor părți ale corpului sau la caracteristicile unor materiale uzuale.

Primul etalon de lungime conservat este piciorul statuii lui Gudea, cel care conducea acum 4000 de ani orașul Lagash din Mesopotamia. Egiptenii au decretat că o „palmă” avea patru lățimi de deget, iar cotul era echivalentul a șapte „palme”. Cotul egiptean avea 20,62 inch, adică 52,37 centimetri. Inch-ul reprezenta lungimea ultimei falange a degetului mare, iar noțiunea de „inch” se pare că provine de la „uncia” - cuvântul latinesc pentru degetul respectiv. Un alt echivalent al inch-ului o reprezintă lungimea a trei dramuri de orz, cu boabele puse cap la cap, amintind că dramul reprezintă greutatea echivalentă a 0,065 g de grâne.

Datorită faptului că dimensiunea corpului uman diferă de la individ la individ, primele încercări de soluționare a acestei probleme au condus la definirea yard-ului în raport cu distanța dintre nasul și brațul regelui. În acest sens a rămas celebru yard-ul introdus în anul 1101 de către Henric I al Angliei, iar în 1305 englezii definesc acrul ca fiind suprafața egală cu 4840 de yarzi pătrați.

Anterior, în aceeași manieră, Carol cel Mare a introdus în anul 789 „piciorul regal” ca unitate de lungime și „karlspfund-ul” (aproximativ 365 g sau 13 uncii) ca unitate de masă.

Măsurarea începe să aibă o importanță științifică pe vremea lui Galilei, care anticipează evoluția măsurătorilor prin celebrul său dicton „...să măsurăm ceea ce se poate măsura și să facem măsurabil ceea ce încă nu este”.

Unul dintre primele seturi de etaloane a fost adoptat în Anglia, în 1215, dar la 16 octombrie 1834, când Parlamentul britanic a fost mistuit de flăcări, etalonul pentru yard și cel pentru livră au ars o dată cu clădirea. Sistemul englezesc a fost păstrat în America și după Revoluția Americană, până în 1832. Atunci Congresul a făcut media diferitelor greutăți și măsuri folosite în oficiile vamale și a decretat aceste medii ca etaloane naționale.

În timpul Revoluției Franceze s-a dorit ca ziua să fie de 10 ore a câte 100 de minute, iar săptămâna să fie de 10 zile. Sigur, lumea a fost nemulțumită și s-a revoltat. În consecință sistemul propus a căzut și s-a revenit la numerele magice: 60,24 și 7... Dar, de unde provin acestea? De la babilonieni s-a păstrat ora de 60 de minute, egiptenii ne-au lăsat ziua de 24 de ore împărțite egal în intervalul de zi și noapte, iar astrologia elenistă a definit săptămâna de 7 zile, la fel ca și în calendarul iudeo-creștin...

Cu umorul său, generalul de Gaule când se referea uneori la Franța se scuza spunând: „Cum să conduci o țară în care se produc 246 de tipuri de brânză?” Sigur, numărul sortimentelor este foarte mare, dar pălește în fața diversității greutăților și

măsurilor aflate în vigoare înaintea Revoluției Franceze. Atunci existau concomitent 250.000 de măsuri!

Haosul era general, dar printre documentele cu doleanțele poporului găsite în arhiva regelui Ludovic al XVI-lea există un document în care se cerea „*un singur Dumnezeu, un singur rege, o singură lege și o singură măsură*”! De aici a pornit introducerea sistemului metric, dar n-a fost ușor fiindcă sistemul metric s-a implementat în Franța, după o jumătate de secol de la Revoluția Franceză.

Până în 1990, mai bine de jumătate din țările Europei au adoptat sistemul metric. În Asia, primele țări au fost Mongolia (1918), Afganistanul și Cambogia (1920). Japonia a aderat în 1950 iar China în 1959. URSS-ul a adoptat sistemul metric în 1924, iar în SUA nu există o susținere politică pentru sistemul metric, dar în știință vechile unități de măsură sunt folosite în paralel cu cele metrice. Acest lucru a făcut (1999) ca o sondă a NASA cu destinația Marte s-a pierdut, fiindcă o echipă de la controlul misiunii a folosit unități tradiționale, iar alta pe cele metrice!

În Europa, după Revoluția Franceză s-a dezvoltat ideea unificării măsurilor de lungime, concomitent cu introducerea sistemului de multipli și submultipli zecimali, iar metrul a fost stabilit convențional ca a 40.000.000-a parte a meridianului pământesc.

Azi, definiția metrului este bazată pe lungimea de undă a uneia din radiațiile kriptonului, ceea ce-i conferă o precizie impresionantă. Azi, folosim rezonanța atomilor de cesiu sau de hidrogen pentru a măsura timpul cu o eroare de o secundă la 300 000 de ani. Azi, măsurăm deplasările relative ale continentelor de ordinul a câțiva centimetri, sau deplasări pe verticală ale scoarței pământeste (maree terestre) de ordinul milimetrilor, iar prognoza cutremurelor de pământ se bazează pe măsurarea cu precizie până la miimea de milimetru a deplasărilor scoarței terestre...

În istoria tehnicii, rolul măsurătorilor industriale este demonstrat pentru prima dată de către E. Whitney, care a obținut în 1798 un contract din partea guvernului american pentru fabricarea a 10.000 de tunuri. Pregătirea fabricației și a sculelor necesare a durat doi ani, ceea ce a nemulțumit autoritățile. În cele din urmă, Whitney s-a prezentat în fața ministerului de război cu un număr mare de lăzi, fiecare conținând câte o piesă a tunului său și a asamblat zece tunuri luând piese la întâmplare din fiecare ladă, uimind asistența. A fost primul exemplu de fabricație cu piese interschimbabile datorat măsurărilor...

Mai mult, după cum se știe (OECD - Forum for the future), volumul cunoștințelor umane se dublează în zilele noastre la 5 ani, iar în 2020 se estimează că stocul de cunoștințe se va dubla în 73 de zile. În ultimele trei decenii, au fost produse mai multe cunoștințe noi decât în ultimele cinci milenii. Apoi, să nu uităm că, spre exemplu, mecanica de astăzi s-a dezvoltat în 2000 de ani, electrotehnica în 100, tehnologiile informaționale în 50, iar biotehnologiile în 25 de ani. Sigur, cunoașterea este singura resursă care crește o dată cu utilizarea...

Așa se face că tot ce acumulăm țâșnește apoi înaintea noastră, metamorfozându-se aproape magic în timp și amintire. Cu timpul, însă, toate lucrurile se schimbă și se adaptează la noi cerințe și situații. Așa apar, poate, primele spaime ale vremelniceii care ne arată că lumea, ca și sufletul, este un evantai care se desface și se închide...