

Sistema Mètric Decimal

Teresa Arabí

Professora IES Antoni Llidó · Xàbia

Els cossos tenen certes propietats, massa, volum, color...; algunes d'aquestes propietats, a les quals anomenarem *magnituds*, es poden mesurar. Seran magnituds, la massa, el volum i la capacitat, les longituds, les àrees, el temps, els angles, etc.

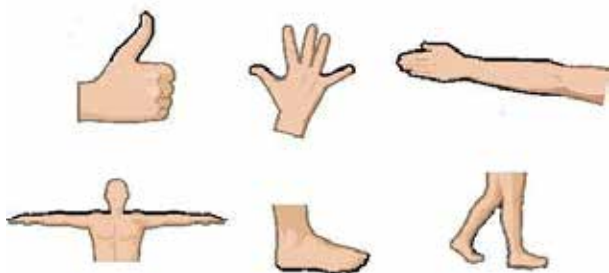
Per a mesurar hem de comparar l'objecte de mesurament amb un patró establert i aquest patró l'anomenarem *unitat de mesura*. Així si diem que una taula té una llargària de 3 pams, estem comparant la llargària de la taula amb la del nostre pam.

Vegem que la mesura consta d'un nombre i una unitat, en el nostre exemple: nombre = 3, unitat = pam.

Per a evitar confusions i poder comparar mesures de la mateixa magnitud cal establir un sistema d'unitats de caràcter universal. Això és el que es va aconseguir amb el Sistema Mètric Decimal.

L'origen dels sistemes de mesura

Els primers sistemes de mesura es comencen a formar partint dels elements que podem trobar a la natura i en el nostre propi cos. Es varen utilitzar algunes llavors com a mesura de massa, també la polzada, el pam, el peu, el dit, la braça... van ser utilitzades com a mesures de longitud, encara que la unitat de referència de longitud era una mida amb patró, la vara.



La vara és de totes les mesures de longitud la més pròxima al metre modern i és la mida utilitzada al País Valencià.

Les mesures de pesos més utilitzades a tota l'àrea catalanoparlant eren l'onça, la lliura, l'arrova, el quintar...

Aquesta varietat de patrons va originar una immensa proliferació de mesures diferents entre si, a cada lloc mesures amb el mateix nom eren diferents. La vara al País Valencià era d'un poc més de 90 cm i la vara de Castella d'uns 84 cm. Fins i tot,

en un mateix lloc, pel caràcter funcional de les mesures premètriques, és a dir, el fet de ser la qualitat de l'objecte i no la quantitat allò que el defineix, depenent del material a mesurar, una mateixa mesura tenia un valor diferent. Per exemple, una lliura de carn era diferent d'una lliura de peix.

Fins a finals del segle XVIII cada país i inclús cada regió tenia sistemes de mesura propis, per exemple, ni la *aune* (vara francesa) ni la *toise* (toesa) tenien les mateixes mesures que les utilitzades a Espanya, tampoc no eren iguals la vara castellana i l'aragonesa.

A més, el fraccionament de les que podem anomenar unitats fonamentals era completament arbitrari per a dividir o augmentar unitats. Els múltiples i submúltiples no seguien cap llei regular. Per exemple, la vara tenia tres peus, o quatre pams; el peu, dotze polsades; el quintar, 4 arroves; l'arrova, 25 lliures; la lliura, 12 onzes.

Fem un poc d'història

El 9 de febrer de 1790 l'enginyer militar Prieur de la Côte d'Or fa un discurs a l'Assemblea Nacional Francesa demana que s'unifiqui el sistema de mesures.

El 8 de maig del mateix any, l'Assemblea Nacional Francesa encarrega a l'Acadèmia de Ciències la reforma del sistema de mesures (significativament el rei tarda tres mesos a sancionar el decret).

El 19 de març de 1791, una comissió de l'Acadèmia de Ciències emet un informe on presenta tres alternatives per a l'elecció d'una unitat de mesura de longitud acceptable per tots els pobles i per tots els temps: 1) La longitud d'un pèndol que batera segons a 45° de latitud. 2) La quarta part de l'equador. 3) La quarta part del meridià.

El 26 de març de 1791, l'Assemblea es decideix per la tercera d'aquestes opcions. En la mateixa sessió s'atorga el nom de *metre* a la nova unitat (del grec *metron*, mesura). Es disposava ja d'alguns amidaments del meridià, però calia posar en marxa una operació de mesura més ambiciosa que permetera assolir els nivells d'exactitud que la definició de la nova mesura requeria. Es tractava d'amidar sobre el terreny un arc de meridià tan extens com fóra possible i extrapolar els resultats a tot el quadrant. Per a millorar-ne la precisió, convenia prendre l'arc prop dels 45° de latitud (minimitzant l'efecte de l'aplanament de la Terra) i que tinguera els extrems al nivell del mar. Es plantejaren tres possibilitats: 1) Dunkerque – Barcelona ; 2) Amsterdam – Marsella;



3) Cherburgo – Murcia .

Varen escollir la primera perquè ja se n'havien fet altres amidaments anteriors. Probablement el fet de passar per París va tenir-hi alguna influència. L'operació de mesura sobre el terreny s'encarregà a dos astrònoms reconeguts: Pierre André Méchain, que es va fer càrrec del tram entre Rodez i Barcelona, i Jean Baptiste Joseph Delambre, que s'encarregà del tram entre Dunkerque i Rodez. Mentre es portaven a terme aquests amidaments, l'1 d'agost de 1793, ja s'establí l'estructura del Sistema mètric decimal sobre la base 10 i s'adoptava un metre provisional a partir de les mesures de la Terra fetes anteriorment a Lapònia i al Perú.

El 22 de juny de 1799 es dipositen als Archives de la République a París dos patrons de platí que representen el metre i el quilogram. La longitud del patró metre correspon a la deumilionèsima part del quadrant del meridià terrestre que havia estat calculada per Méchain i Delambre. El quilogram es defineix com la massa d'un decímetre cúbic d'aigua a 4⁰C.



El 10 de desembre de 1799 Napoleó promulga la llei que estableix com a nou sistema d'unitats el Sistema Mètric Decimal, basat en el metre i el quilogram.

El Sistema Mètric Decimal havia nascut però li quedava per recórrer el llarg camí del reconeixement per part dels diferents països:

Bèlgica i Holanda, l'any 1816; Itàlia, 1845; Espanya i Grècia, 1849; Portugal, 1852; Alemanya, l'any 1870; Àustria, 1873; Suïssa, 1875; Noruega, 1879; etc.

El 20 de maig de 1875 se signa a París la Convenció del Metre. Inicialment hi participen 17 estats entre els quals tan sols n'hi ha un de llengua anglesa, els EUA. Actualment hi ha 48 estats adherits. La Convenció del Metre crea tres organismes metroològics internacionals: 1) La Conferència General de Peses i Mesures que reuneix, cada 4 anys,

delegats de tots els estats membres. 2) El Comitè Internacional de Peses i Mesures, que és un comitè tècnic de 18 membres que, escollits per la Conferència General, es reuneixen anualment. 3) L'Oficina Internacional de Peses i Mesures que constitueix el centre internacional de metrologia i que té la seua seu a Sèvres, prop de París.

Entre els anys 1878 i 1889 es construeixen i calibren 30 prototips de metre i 40 de quilogram. Se n'escull un de cada com a prototips internacionals i el dia 28 de setembre de 1889 es diposita a l'Oficina Internacional de Peses i Mesures el nou patró del metre internacional que es concreta en la longitud a 0⁰C d'una barra de platí amb un 10% d'iridi.

A l'estat espanyol

Gabriel Ciscar va proposar el 1800 l'adopció del sistema mètric decimal al govern espanyol.

El 1801, un any després de la proposta de Ciscar el govern espanyol decreta una unificació basada en les mesures tradicionals, concretament la vara de Burgos i el sistema de peses i mesures de Castella.

Amb tot i això, en els anys següents el sistema mètric va anar incorporant-se lentament en les publicacions científiques i en alguns tractats d'ús comercial.

Durant el *trienni liberal* (1820–1823) es produeix una certa sensibilització dels poders públics cap a l'adopció del nou sistema.

Durant la *dècada ominosa* (1823–1833) no hi ha cap intent per implantar el SMD.

El 19 de juliol de 1849, durant el regnat d'Isabel II, es dicta una llei que estableix un sol sistema de peses i mesures en tot els dominis espanyols. Serà a proposta del Ministre Juan Bravo Murillo. En ella s'estableixen els patrons de les diferents mesures, així com els múltiples i submúltiples.

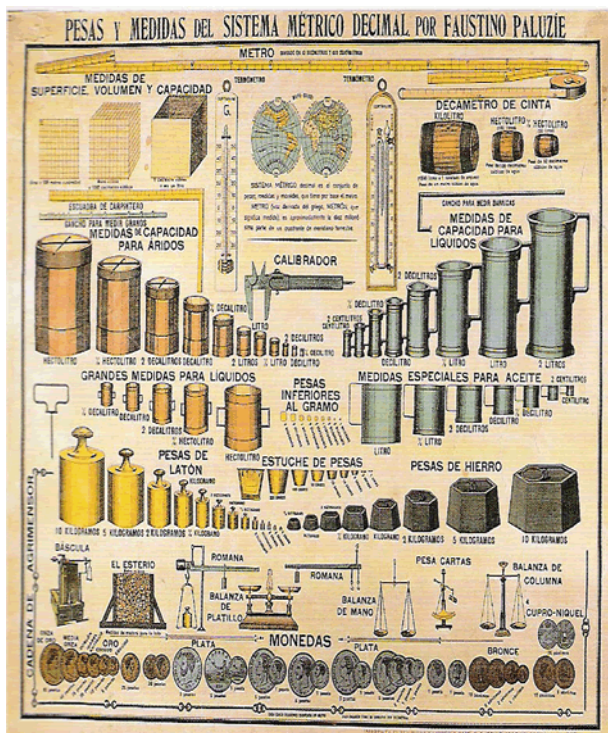
Es crea una Comissió de Pesos i Mesures amb la funció de garantir la reforma empresa per l'Estat i de la qual van formar part científics destacats i també alguns polítics. El primer dels seus treballs va ser el d'aconseguir prototips acreditats del metre i del quilogram.

Els problemes que van plantejar els oponents al sistema mètric basaven els seus arguments en: la inexactitud del patró del SMD; el seu caràcter estranger; la nomenclatura incomprensible d'origen grecollatí; els problemes de la progressió decimal de les mesures.

La tasca d'establir les equivalències entre les mesures antigues i les noves es va endarrerir per la diversitat metroològica tradicional.

El govern es va esforçar per dotar de sistemes de peses i mesures a totes les capitals de província i dependències de l'administració (117 col·leccions) i 600 col·leccions més per als caps de partit judicial. Aquest procés es va veure dificultat per la situació de la indústria espanyola. Es va crear un cos de *fiels-almotacens* per a la contrastació de pesos i mesures

i que a més havia de vetllar per la introducció de les noves mesures i evitar els fraus.



Foren moltes les dificultats que varen obligar a endarrerir l'entrada en vigor del SMD, però va començar a ser introduït a l'escola, a partir de 1849; van aparèixer un gran nombre de publicacions per a la difusió del sistema a l'escola primària, en els instituts de segona ensenyança, a la universitat i en altres àmbits com l'exèrcit, la marina, la jurisprudència i el comerç.

Al juny de 1867 es va aprovar finalment el decret que establia l'obligatorietat d'utilitzar el SMD per tots els espanyols a partir de l'1 de gener de 1868.

Com hem anat veient, la implantació del SMD no va ser fàcil i, de fet, el camí no està acabat. Com ho pot il·lustrar la notícia següent: el dia 23 de setembre de 1999, després d'un llarg viatge de 286 dies, la NASA va perdre la sonda Mars Climate Orbiter per una errada deguda a la falta d'unificació de les mesures, segons va informar la NASA, l'errada va estar en una confusió entre milles i quilòmetres. La sonda que estava construïda per a treballar segons el sistema anglès va rebre abans de l'enlairament les instruccions de vol en el SMD. La sonda que havia de situar-se a uns 140 km d'altura sobre Mart, es va situar a 60 km. El límit de supervivència era de 86 km.

Sistema Mètric Decimal de mesures i peses

El nou sistema de mesures havia de tindre les característiques essencials següents:

Universal: que estiga basat en unes mesures universals de manera que tots els pobles del món no tinguin inconvenient en adoptar-lo. Hem de treure-les, per tant de la natura.

Inalterable: que es tracte d'una unitat que no varie ni s'altere en passar el temps o en variar les condicions climatològiques o atmosfèriques.

Perdurable: que no canvie, és a dir, que el fet de canviar de governants, no faci que canvie el sistema de mesures. Ha de ser un sistema per a sempre.

Decimal: que si ens fan falta unitats més grans o més menudes que la unitat principal, aquestes s'obtidran sempre de multiplicar o dividir per 10, 100, 1000,...la unitat principal.

Lligat: que totes les mesures estiguen directament relacionades (longitud, volum, pes...).

Mesures de longitud

Comencem definit les unitats per mesurar la longitud. S'adopta una unitat de longitud de caràcter internacional, obtinguda del globus terraquí, de manera que en qualsevol temps es pugui reconstruir.

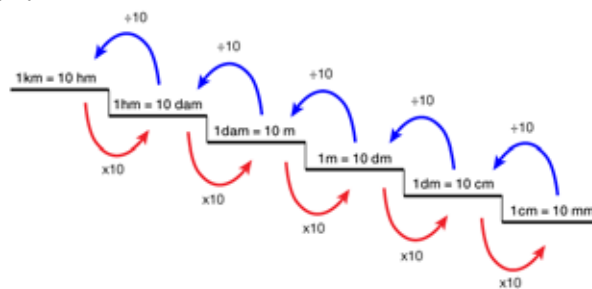
La unitat fonamental d'aquest sistema és el METRE, deumilionèsima part del quadrant del meridià terrestre que passa per París, i aquesta és la raó per la qual l'anomenem sistema mètric.

La barra de platí-iridi que es va utilitzar com a prototip del metre entre el 1889 i el 1960.



Per a formar els múltiples o unitats majors, s'anteposa a la unitat principal les paraules derivades del grec *deca*, *hecto*, *quilo*, *miria*, que equivalen respectivament a 10, 100, 1000, 10000. Per tant, la paraula decàmetre significa 10 metres, hectòmetre significa 100 metres, quilòmetre significa 1000 metres i miriàmetre significa 10000 metres.

La transformació d'unitats en múltiples i submúltiples segueix la regla de l'escala: Per a BAIXAR, hem de multiplicar; per a PUJAR, hem de dividir.



I per a formar els submúltiples o unitats menors, s'anteposa a la unitat les paraules derivades del llatí deci, centi, mili, que equivalen a dècima, centèsima, mil·lèsima. Per tant, la paraula *decímetre* significa la dècima part del metre, *centímetre*, la centèsima part del metre i *mil·límetre*, la mil·lèsima part del metre. Per aquesta raó s'anomena *decimal*.

Coneixent aquestes equivalències, es pot expressar una longitud en la unitat que vulguem. Només cal multiplicar o dividir per 10 el nombre de vegades necessari. Així, per exemple, si en mesurar la longitud d'una habitació hem obtingut 8 m, 3 dm i 5 cm, podem ordenar aquest resultat de la Comencem definit les unitats per mesurar la longitud de la manera següent:

km,	hm,	dam	m,	dm,	cm	mm
			8	3	5	

Si agafem com a unitat de mesura el metre, podrem expressar aquesta longitud mitjançant un nombre decimal, separant els metres amb una coma decimal de la fracció de metre: 8,35 m.

Però si volem agafar com a unitat de mesura el decímetre, separarem els decímetres amb una coma decimal de la fracció de decímetre: 83,5 dm.

Haurem de recordar, doncs, que la coma decimal segueix sempre la xifra que correspon a la unitat escollida. Evidentment, es poden posar els zeros necessaris per a poder situar correctament la coma decimal. Així, tenim que la longitud anterior també pot venir donada de les següents maneres:

$$8,35 \text{ m} = 83,5 \text{ dm} = 835 \text{ cm} = 8350 \text{ mm}$$

$$8,35 \text{ m} = 0,835 \text{ dam} = 0,0835 \text{ hm} = 0,00835 \text{ km}$$

Mesures de capacitat i volum

Els creadors del Sistema mètric decimal van definir el litre com la capacitat d'un cub d'un decímetre d'aresta. El volum de líquid que cap en un recipient que té una capacitat d'un litre direm que és, també, d'un litre.

Al mateix temps que el litre, també es van adoptar, naturalment, els seus múltiples (decalitre, hectolitre, quilolitre) i submúltiples (decilitre, centilitre, mil·lilitre).

kl	hl	dal	l	dl	cl	ml
----	----	-----	---	----	----	----

$$1 \text{ dal} = 10 \text{ l}; 1 \text{ hl} = 100 \text{ l}; 1 \text{ l} = 10 \text{ dl}; 1 \text{ l} = 100 \text{ cl}$$

Un cop adoptat el litre com a mesura de capacitat, es va acordar que el pes d'un litre d'aigua seria un quilogram. Com que havia de ser lligat el van definir com el pes que fa un litre d'aigua a 44^o C. El seu submúltiple fonamental és el gram (1 kg= 1000 g). A partir del gram es defineixen els altres múltiples (tona mètrica, quintar mètric, miriagram, quilogram, hectogram, decagram) i submúltiples (decigram, centigram, mil·ligram).



Antic got per mesurar oli d'oliva. 1 litre.

tm	qm	mag	kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
----	----	-----	----	----	-----	---	----	----	----

$$1 \text{ dag} = 10 \text{ g}$$

$$1 \text{ hg} = 100 \text{ g}$$

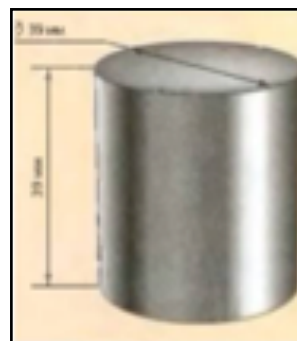
$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ mag} = 10 \text{ kg} = 10000 \text{ g}$$

$$1 \text{ qm} = 100 \text{ kg} = 100000 \text{ g}$$

$$1 \text{ tm} = 1000 \text{ kg} = 1000000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 10 \text{ dg} = 100 \text{ cg} = 1000 \text{ mg}$$



Mesures del quilogram prototip de París.

Per acabar, una curiositat, relació entre el SMD i el sistema monetari (pesseta)

La connexió entre el SMD i el monetari la tenim, a part de la divisió centesimal de la pesseta, en les dades de pes i diàmetre de les monedes.

1r. La plata encunyada pesa en grams cinc vegades el seu pes en pessetes. Així, 5 ptes pesen 25 g; 2 ptes 10 g, etc.

2n. El bronze encunyat pesa tants grams com indica el seu valor en cèntims. Així, 5 cts pesen 5 g, 15 cts 15 g, 1 pesseta en cèntims pesa 100g, etc.

3r. Els diàmetres de 4 monedes de 5 cèntims sumen la longitud d'un decímetre (4x25=100 mm=1 dm).

Aquestes monedes podien doncs, ser utilitzades com a patrons de mesura, quan no es disposava de metres o peses.