

Bicentenari de l'establiment del metre

Ciència i aventura

El monument tot just inaugurat a Barcelona recorda els mesuraments fets entre aquesta ciutat i Duinkerken per establir el valor del metre. Als Països Catalans, l'operació fou científica i aventurera.

El juny del 1792, dos vehicles surten del Parc de les Tulles de París. L'un se'n va al nord, a Duinkerken. L'altre a Barcelona. L'objectiu és de mesurar amb gran exactitud la distància que separa aquestes dues ciutats, per les quals

passa un mateix meridià. Aquesta distància servirà de base per a la nova unitat que uniformitzarà tots els sistemes de mesura: el metre.

El metre, tan usual avui per a tothom, ha complert 200 anys. Si més no, fa 200 anys que l'Assemblea francesa va decidir (26 de març del 1792) que

aquesta seria la unitat de longitud que posaria fi a la diversitat de mesures que es feien servir. Els treballs per a establir la mesura exacta es varen prolongar fins al 1799 i alguns foren revists a primers de segle XIX. Els Països Catalans acolliren diversos científics, i investigadors nostres participaren en



29 30 31

El metre al laboratori: una mesura més senzilla

Basar el metre en la longitud del pèndol que bat segons hauria estalviat molta feina. Modernament, la longitud exacta del metre es pot establir al laboratori. Però no mesurant un pèndol, sinó utilitzant altres mètodes més sofisticats.

Si la primera definició del metre era "la deu milionèsima part del quadrant del meridià terrestre", aviat s'elaborà un patró metre, que es conserva a París. Fet de plàti barrejat amb iridi, va permetre de definir el metre com la longitud entre dues marques fetes amb aquell patró.

El 1960 hom decidí de basar el metre en alguna cosa mesurable a qualsevol laboratori. La definició era molt més complexa que no pas les anteriors: "És 1.650.763,73 vegades la longitud d'ona, en el buit, de la radiació corresponent a la transició entre els nivells $2p_{10}$ i $5d_5$ de l'àtom de kriptó 86 a la temperatura de 63 kelvin". El kriptó és un gas i la definició fa referència a la longitud d'ona entre dos nivells subatòmics.

En 1983, la 17a Conferència General de Pesos i Mesures va definir el metre així: "longitud del trajecte recorregut en el buit per la llum durant un interval de temps de $1/299792458$ de segon". És a dir, el metre es definia en funció del segon, tenint en compte la velocitat de la llum en el buit, que és d'uns 300.000 km/s.

Sens dubte, establir la longitud exacta del metre d'aquesta forma és molt còmode i menys aventurer que tal com ho varen realitzar Méchain, Aragó i altres a cavall dels segles XVIII i XIX. A més, el descobriment del món subatòmic i de les immenses distàncies còsmiques ens han portat molts més múltiples i submúltiples que els ideats durant la Revolució. Així, a partir del quilòmetre podem multiplicar successivament per mil simplement utilitzant els prefixos Mega, Giga i Tera. Des del mil·límetre, podem anar cap avall amb micro, nano, pico, femto i atto.

Les distàncies entre galàxies fan ne-

cessàries unitats com l'any-llum, que es defineix com la distància recorreguda per la llum en un any i que equival aproximadament a 9,46 bilions de quilòmetres.

Un llibre que Isaac Asimov va escriure al 1983 ens permet de viatjar dels grans valors a les dimensions més petites. Es titula *El mesurament de l'univers* i ens fa anar dels mil quadrilions de metres –l'univers observable– fins als 100 femtòmetres –el diàmetre del protó i del neutró, com-



Méchain i Delambre surten de París cap a Dunkerke i Barcelona.

ARXIU

ponents del nucli de l'àtom–, dels 316 sextilions de segons –la vida mitjana prevista del protó–, fins a l'heptilionèsima de segon –l'edat de l'univers quan aquest era tan petit i calent que ens resulta gairebé impossible d'estudiar les condicions que hi regnaven–, dels 300 milions de metres per segon –velocitat de la llum en el buit– fins a la mil milionèsima de metre per segon –la velocitat a què la Lluna se separa de la Terra–. Un viatge apassionant per les diverses magnituds que podem trobar a l'univers.

X. D.

aquesta tasca tan complexa, amb els mitjans de l'època, i tan perillosa, davant la situació política i social d'aquesta part d'Europa.

El metre és fruit de la Revolució Francesa. Si bé anteriorment ja hi havia hagut propostes de trobar una unitat per a tothom, és amb l'onada uniformitzadora de la Revolució Francesa que el metre tira endavant. Aquesta onada uniformitza-

dora va tenir fruits molt negatius, com ara la persecució de llengües com el català, el basc o el bretó. El metre, com es pot comprovar en els seus 200 anys de vida, seria un dels fruits positius.

Abans de la instauració del metre, el desgavell presidia les unitats de mesura. No sols canviaven d'un país a un altre, sinó d'una comarca a una altra, fins i tot entre ciutats més o menys properes. I a

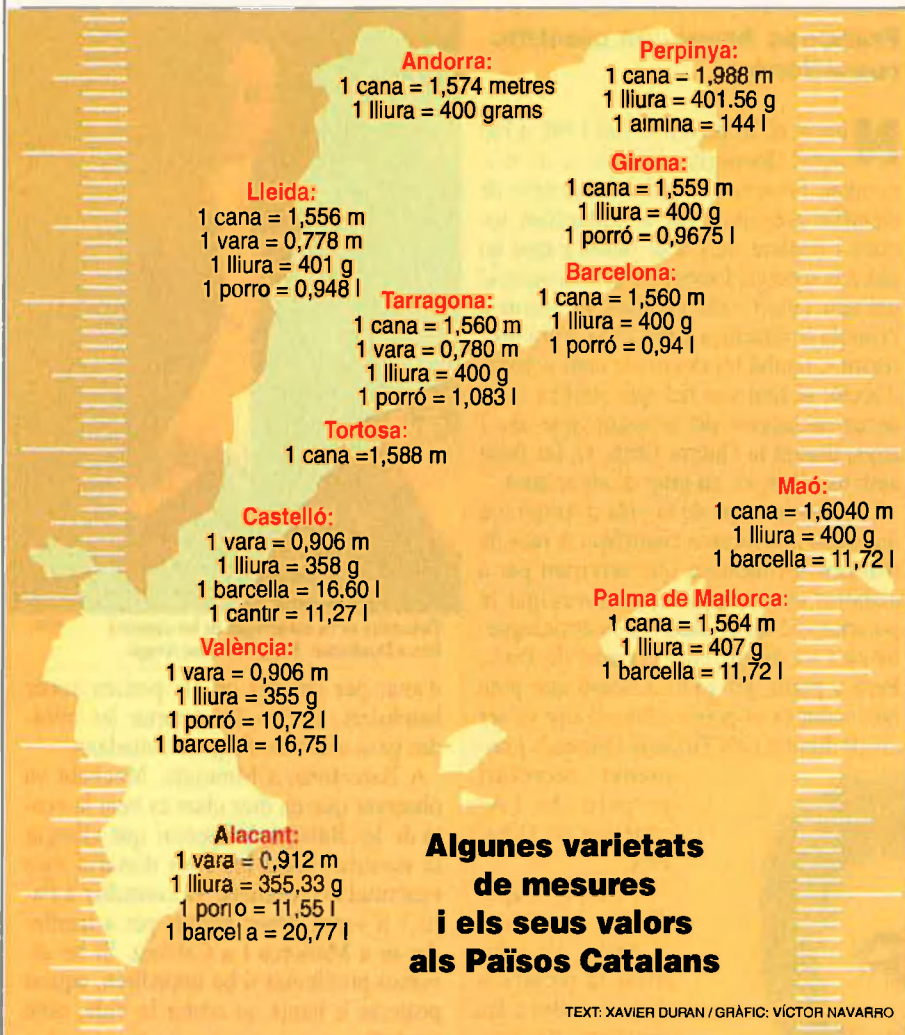
més d'unitats diferents, les que portaven el mateix nom tenien valor diferent d'un lloc a un altre. Això es prestava a la confusió i al frau. Com escrigué l'historiador Enric Moreu-Rey, "Dir que existia desordre dins l'antic estat de coses és encara un eufemisme, és indulgència. El que existia era pitjor que desordre, era la confusió permanent, l'anomalia establerta com a norma".

Les propostes de l'època anaven en el sentit d'igualar les diverses unitats amb les de la capital. Això ja s'havia fet a Catalunya. El 1585 les corts de Monsó de-

cidiren unificar les mesures amb les existents a Barcelona, com a capital i centre comercial i cultural. Si bé la decisió no fou seguida al peu de la lletra, sí que va servir per a reduir una mica la disparitat.

Però la Revolució es plantejava un objectiu més ambiciós: volia una mesura universal, una unitat que tothom acceptés. Obviament, no es podien pas prendre les unitats de París, perquè alemanys, italians o americans no n'haurien volgut saber res. Per això es van decidir a crear una nova mesura, basada en un cos invariable, assumible per tothom.

L'Assemblea francesa decidí de crear la mesura, que s'anomenaria metre –del grec *métron*, mesura–. I els múltiples i submúltiples també derivarien del grec o del llatí: kilo, hecto, deca, deci, centi, mil·li. Faltava decidir en què es basava la mesura. Hi havia dues posicions. Uns científics volien que la base fos la longi-



tud del pèndol que bat segons. D'altres proposaven de basar-la en la longitud de l'Equador o d'un meridià terrestre. Aquesta era molt més complexa, ja que calia fer expedicions que mesuressin amb molta exactitud les distàncies entre diversos punts. Per tant, el pèndol semblava el favorit.

Curiosament, el comitè de científics s'inclinà per la mesura de l'arc de meridià i el metre s'havia de definir com la deu milionèsima part d'aquest meridià. Probablement el fet que aquesta mesura servís per a fer comprovacions sobre la grandària i forma de la Terra va afavorir la decisió. Aleshores, calia decidir on es faria la mesura. S'havia descartat de fer-la a l'Àfrica o Amèrica, territoris encara massa desconeguts i perillosos. A Europa, calia descartar els meridians que passessin per serralades molt elevades, com els Alps. Finalment, hom proposà de mesurar la distància entre Duinkerken i Barcelona. En primer lloc, la distància de París a Duinkerken ja havia estat mesurada anteriorment i això representava que una part de la feina ja era feta. D'un altre, el meridià passava per París. I una nova mesura revolucionària no podia deixar París al marge.

Així, com hem dit, pel juny del 1792, dos vehicles sortien de París. L'expedició cap al Nord era dirigida per Jean-Baptiste-Joseph Delambre, astrònom i

Diversitat de mesures als Països Catalans

Resulta curiós d'observar com en diverses èpoques la gent solia oposar-se a la creació d'una mesura unificada, si pensem en la dificultat que era tenir unitats tan diferents. Un estudi complet de les diferents unitats que hi havia al nostre país es pot veure al llibre *Pesos, mides i mesures dels Països Catalans*, escrit per Claudi Alsina, Gaspar Feliu i Lluís Marquet i publicat per Curial, 1990. Aquest llibre mostra les dificultats que els comerciants devien tenir abans de la unificació de mesures, ja que hi havia una quantitat increïble d'unitats i el seu valor diferia sovint entre pobles separats només uns quilòmetres. En algunes ciutats tenien col·locats cartells on es veien els valors oficials de les unitats d'aquella població. Però pensem en els problemes que devien tenir els qui compraven un barraló de vi a Tarragona i el volien vendre a Barcelona. El barraló equivalia a 32 porrons, unitat que tenia valors diferents a Tarragona o a Barcelona. A més, el barraló era igual a 2 mallals o

càntirs i a 4 quartans o 8 quartins a l'àrea barcelonina. Al Penedès, del barraló, en deien també arminya i a Barcelona, barril. El barraló de vi que al segle XVI s'utilitzava a Barcelona, al Maresme, Vallès i a Hostalric i rodalies valia uns 15,20 litres, en comptes dels vora 34 de l'altre. I el barraló d'oli tenia un valor diferent.

Amb el pam passava una cosa semblant. Aquesta unitat, basada en la distància que hi ha entre el polze i el dit petit amb la mà estesa, valia 1/8 de cana al Principat i a les Illes i 1/4 de vara al País Valencià. A diverses ciutats trobem com el pam canvia de valor —entre els 0,194375 metres de Barcelona i els 0,22650 de Castelló i València—. Òbviament, el pam quadrat també tenia variacions. Es curiós que avui encara persisteixi el costum de comptar, en alguns casos, els terrenys a pams quadrats. D'aquesta forma, no calia esforçar-se gaire a fer entendre la necessitat d'unificar mesures. Ja Jaume I ho va intentar diverses vegades, segons que expliquen Al-

sina, Feliu i Marquet. El document conegut per Ordinacions i elaborat en temps de Jaume II establia, en setanta apartats, les mides a aplicar basant-se en pams de destre, tàpies i peus.

Al 1585 les Corts de Barcelona varen decidir d'unificar la metrologia catalana amb la de Barcelona. Van nomenar tres persones per vegueria, perquè establissin els patrons que havien de servir per a la unificació. La feina, prevista per a dos mesos, es va prolongar dos anys. Si bé la unificació total no s'aconseguí, molts pobles abandonaren les mesures pròpies per adoptar, si no les de Barcelona, les del centre de la comarca. Més tard, Felip V i Carles IV varen provar d'imposar les unitats castellanes a tot l'estat. Però això va xocar amb una oposició natural, ja que el sistema castellà era tan arbitrari i il·lògic com el català. Un intent realitzat al 1801 va xocar amb l'oposició, entre altres, del valencià Gabriel Císcar, oficial de marina i geògraf, nascut a Oliva (la Safor). **X. D.**

matemàtic. Cap al sud, hi anava Pierre-François-André Méchain.

MALFIANÇA DE LA GENT

En principi, la feina de Delambre era més fàcil. Però el complicat sistema geodèsic de mesures va fer inútils els treballs anteriors. En aquell temps, calia buscar llocs elevats des d'on es poguessin observar uns punts de referència. Buscaven tres punts. Amb molta cura, mesuraven la distància que separava dos d'aquests punts i l'angle que formaven amb el tercer. Per càlculs trigonomètrics —el que se'n diu triangulació— s'establien les distàncies.

Delambre es va trobar que els punts de referència ja no podien ser els mateixos, perquè el paisatge havia canviat i les mesures eren difícils de fer. A més, l'equip de científics topava amb la malfiança de la gent, que veia com personatges estranys, amb aparells complicats, s'enfilaven als turons, entraven al bosc i es feien senyals. Com que Delambre es va trobar també amb dificultats amb les autoritats i els militars, va haver de demanar a París documents acreditatius de tota mena per tal de justificar el que feia. Entre certificats, salconduits i memòries havia de dur un gran pes, que s'afegia al dels aparells i de les notes que prenia.

Però aquestes dificultats no eren gaire res comparades amb les que es van trobar Méchain i el seu equip als Països Catalans. La història ha estat narrada de forma molt amena per Enric Moreu-Rey a *El naixement del metre* (Club de Butxaca, 1986). Méchain va fer diverses mesures a la Catalunya del Nord i després passà els Pirineus. Al Principat va contactar amb diversos homes de ciència. Hi ha tres noms que val la pena de destacar: fra Agustí Canellas, Francesc Salvà i Campillo i Antoni Martí i Franquès.

Méchain va realitzar la tasca lenta i complicada de les triangulacions. Ell i els seus col·laboradors s'havien d'enfilat a turons on el vent podia tirar per terra els instruments o a ells mateixos, havien

Francesc Aragó, un científic rossellonès

Nascut el 26 de febrer del 1786 a Estagell (Rosselló), on avui té un monument, Francesc Aragó és l'exemple de científic preocupat per les qüestions socials i dedicat més a la política que no pas a la recerca. Precoç en la demostració del seu talent —als 17 anys va entrar a l'Escola Politècnica i als 23 ja n'era professor—, també ho devia ser com a home d'acció, si fem cas del que explica a les seves memòries de joventut: que als 7 anys, durant la Guerra Gran, va fer front amb una llança a un grup de sis soldats.

La primera etapa de la vida d'Aragó fou dedicada a la recerca científica. A més de realitzar les mesures que servien per a elaborar el metre-patró, va investigar la polarització de la llum i l'electromagnetisme i va dirigir l'Observatori de París. Però a partir del 1830, l'Aragó que pren més valor és el polític. Aquell any va ser elegit diputat pels Pirineus Orientals i nomenat secretari

perpetu de l'Acadèmia de Ciències.

Es va preocupar d'obrir la ciència al públic. Va autoritzar la presència de periodistes a les sessions de l'Acadèmia de Ciències, cosa que altres científics veien com una banalització dels afers de la recerca. Però Aragó creia en la necessitat de la divulgació científica i va col·laborar a obrir la ciència

a un públic ampli. Aragó era d'idees progressistes.

Creia en el paper social de la ciència i es va interessar pels problemes socials, educatius i polítics deguts al progrés tecnològic. Quan va ser ministre de la Guerra i les Colònies va eliminar els càstigs corporals a la marina i va suprimir l'esclavitud a les colònies franceses. Va fer campanya en favor del sufragi universal, però a causa de revoltes obreres i de l'elecció de Lluís Napoleó, va abandonar la política. Va morir a París el 2 d'octubre del 1853.

X. D.



Delambre es va encarregar de les mesures fins a Dunkerke. Baix, Francesc Aragó.

ARXIU

d'anar per camins on els podien sortir bandolers, havien de suportar les mirades gens amables d'alguns ciutadans.

A Barcelona, a Montjuïc, Méchain va observar que en dies clars es veia la costa de les Balears. Va pensar que allargar la mesura fins a les Illes donaria més exactitud als resultats. Va consultar a París i li varen donar permís per a traslladar-se a Mallorca i a Cabrera. Si bé diversos problemes li ho impediren, aquest projecte li havia de costar la vida, com veurem.

LA MORT DE MÉCHAIN

Méchain ja havia tingut un accident greu. Un metge català li va voler fer una demostració d'una màquina hidràulica. La demostració acabà malament. El metge i els deu ajudants no pogueren aguantar la palanca, que va colpejar Méchain. Va haver de fer llit durant cinc mesos i no va poder fer servir el braç dret durant un any.

Més endavant, Méchain va acabar les mesures i es va decidir a tornar a França. Però, en aquell temps, els conflictes entre els estats espanyol i francès feien que les autoritats del sud es malguessin d'un francès que havia efectuat tantes observacions i mesures. Potser per això Méchain es va veure obligat a quedar-se a Barcelona i, concretament, a la pensió més prestigiosa: "La Fontana de Oro", al carrer d'Escudellers. I des del terrat va continuar fent mesures.

Finalment, Méchain va tornar a París. I el 10 de desembre del 1799 el metre era

oficialment adoptat. Però encara persistia el projecte que Méchain no havia pogut realitzar: allargar les mesures fins a Mallorca. El govern va pensar a enviar-hi altres científics a fer les mesures, ja que necessitava Méchain a París. Però aquest s'hi va oposar, perquè la idea havia estat seva.

Un cop als Països Catalans, Méchain va tornar a trobar impediments de les autoritats, que l'obligaren a prosseguir la feina a la Península. A més, s'havia declarat una epidèmia de febre groga al sud d'Espanya. A Màlaga, l'epidèmia va ser

Unitats i reticències

Malgrat la seva indiscutible utilitat, el metre no va ser adoptat de seguida per tots els països. Una mesura inventada per francesos i amb nom basat en el grec no agradava al ciutadans de certs estats. I, a més, sent una unitat que havia sorgit de la Revolució Francesa, els polítics conservadors no la veien amb simpatia. Així, tot i ser un simple acord científic, el metre va xocar amb oposició política.

Fins i tot a l'estat francès hi va haver

deia en 1798 que no veia cap avantatge "a canviar les quantitats, les divisions o els noms de les coses que són tan comunes en la vida normal". Als Estats Units, l'ús del sistema mètric fou permès —però no obligatori— en 1866. De totes maneres s'havien de llegir coses com aquesta: "¿Cal adoptar la unitat francesa de mesura nascuda de la infidelitat i l'ateisme el 1792?". Ho escrivia en 1833 Charles Lattimer.

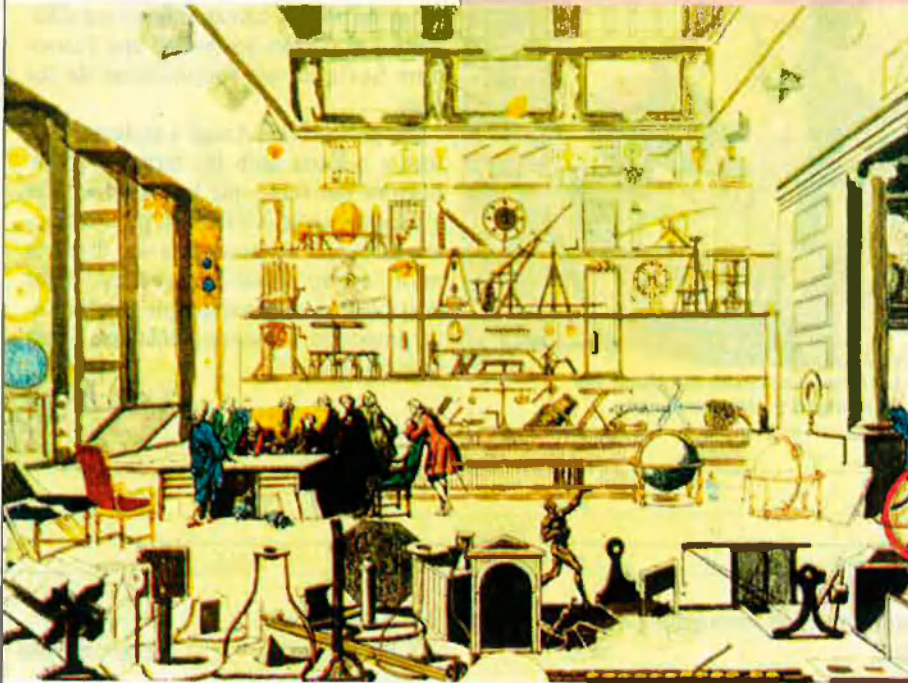
Però el metre va anar guanyant terreny. Al segle XIX l'adoptaren gairebé tots els països europeus. Rússia el va autoritzar al 1900 i el va adoptar oficialment al 1919. A Amèrica el varen adoptar diversos països entre 1848 i 1870, tot i que alguns científics el veien també com una imposició estrangera. Als Estats Units es va autoritzar —no pas adoptar— al 1866 i al Canadà al 1871.

El 1866, el Congrés nord-americà va definir el metre en funció de la iarda americana. Gairebé un segle després, el 1960, els britànics varen fer-ho a la inversa i varen definir la iarda en funció del metre —1 iarda = 0,9144 metres—. D'aquesta forma, el sistema anglès passava a tenir com a base el metre.

D'altra banda, el metre va ser la base d'unitats de pes o de volum. Així, el litre va ser definit com el volum ocupat per un kilogram d'aigua a la temperatura de màxima densitat (quatre graus). Pràcticament equival a un decímetre cúbic. I el quilogram fou definit com la massa d'un decímetre cúbic d'aigua. El químic francès Lavoisier, que fou guillotinat en 1794, va realitzar amb gran exactitud algunes d'aquestes mesures. El 1963, tal com havia passat amb la iarda, els britànics varen definir la lliura en funció del quilogram —una lliura igual a 0,453 quilograms—.

Això no impedeix que diverses mesures no oficials continuïn sent utilitzades. Molta gent encara compra coses a "lliures" o "unces", si bé aquestes unitats es fan equivaler a un valor exacte de grams. El pam s'ha fet equivaler exactament a 20 centímetres. I alguns països encara utilitzen el sistema anglo-saxó. Així, si per una carretera dels Estats Units veiem un disc que prohibeix de superar els 60 per hora, no penséssim pas que els americans són excessivament prudents. El disc es refereix a 60 milles —uns 96,5 quilòmetres—.

X. D.



Abans de la unificació, les mesures significaven un problema en molts àmbits.

ARXIU

particularment greu i cada dia morien unes 300 persones.

Un vaixell procedent de Màlaga va atracar al port d'Alacant i, com que era una embarcació oficial, el capità es va negar a guardar la quarantena. Així, l'epidèmia es va introduir als Països Catalans. Aviat va arribar a València i a Castelló.

Méchain es trobava precisament al Desert de les Palmes, vora Benicàssim. I fins allà, de manera sorprenent, va arribar l'epidèmia, potser, com proposa Moreu-Rey, a partir del correu que mantenia amb altra gent. En tot cas, va ser hospitalitzat al palau del baró de la Pobra i va morir el setembre del 1804.

El substitut de Méchain, nomenat des de París, era un català del nord: Francesc Aragó. Havia nascut a Estagell (Roselló) i estudiava a París, on va arribar a ser

oposició. Les crítiques eren diverses i anaven des de la longitud de les paraules —quilòmetre o decímetre els semblaven massa llargues— fins a l'obligació d'abandonar les mesures apreses a l'escola i fetes servir des de sempre.

A l'estat espanyol el govern es posava en camí de la reforma i de l'adopció del metre. L'entrada de les tropes de Napoleó ho va endarrerir. El 1810, la Constitució de Cadis atorgava a les Corts la facultat de triar el sistema mètric que cregués oportú. Però no va ser fins al 1852 quan el nou sistema mètric esdevingué obligatori a l'ensenyament, i d'ús per a tothom des del 1860.

El patriotisme jugava contra el metre. Es veia com una imposició forana i, en tot cas, alguns l'acceptaven sempre que els noms de les unitats antigues es mantinguessin. Així, demanaven que el metre s'anomenés vara i el quilòmetre llegua.

A Anglaterra, sir George Shuckburg

un dels científics més pretigiosos.

LES AVENTURES DE FRANCESC ARAGÓ

Si hem de fer cas del que va narrar al llibre *Història de la meua joventut* (n'hi ha edició catalana publicada en 1937 a la Col·lecció Popular Barcino), Aragó va viure una sèrie d'aventures realment dignes d'una pel·lícula.

Així, va sofrir amenaces de mort, va rebre a l'observatori de Cullera el cap dels facinerosos de la regió, que hi anava a refugiar-se, va observar com eren ajusticiades les bruixes a València... La feina científica, que Aragó feia juntament amb el físic francès Jean-Baptiste Biot, sembla quedar en un segon pla.

A l'observatori del Desert de les Palmes, el temps se li feia molt llarg, a Aragó. Només dos cartoixans, que tenien el convent al peu del turó, el visitaven de tant en tant. Avorrit, s'havia de conformar a mirar els senyals que al vespre li feien des d'Eivissa i prendre mesures.

El 1807 Aragó i Biot es traslladaren a Eivissa. I varen situar els aparells de mesura a la muntanya del Campveí. Aragó



Les formes tradicionals de mesurar van ser apartades per les noves unitats.

anava de l'un costat a l'altre: València, Dénia... I mentre, esclatava la Guerra del Francès, Aragó s'havia instal·lat a Puig de Galatzó, a Formentera.

La gent començà a rumorejar que ell era allà per ajudar l'exèrcit francès, ja que el veien fer senyals cada vespre. Tal com explicà Aragó mateix, si se salvà de la gent que el buscava era perquè, essent rossellonès, la seva llengua era la mateixa que la dels illencs i va poder camuflar que era ciutadà de l'estat francès. La llengua el va salvar també quan un corsari de Palamós el va fer presoner i se'l va endur a Roses, a l'Empordà. Allà Aragó es va posar a cantar amb accent d'Eivissa i el corsari va pensar que l'astrònom havia de ser forçosament de les Illes.

Les peripècies d'Aragó s'acabaren i va tornar a París amb les mesures fetes. Llavors van veure que les mesures fetes a final del segle XVIII eren prou correctes. Ciència i aventura s'havien donat la mà i l'esforç de molts científics va fer possible una nova unitat, que s'havia d'anar imposant, no sense problemes, a gairebé tot el món.

Xavier Duran

BUTLLETA DE SUBSCRIPCIÓ

1er. cognom _____ 2on. _____ Nom _____ Tel. part. _____
 Domicili _____ C.P. _____ Població _____
 Any de naiximent _____ Professió _____ Tel. Treball _____ D.N.I. _____

Se subscriu al setmanari EL TEMPS per un període d'UN ANY, prorrogable si no hi ha ordre en contra, i un import de 18.762 pessetes.

Amb pagament:

- Anual (1 rebut per la quantitat abans citada)
 Semestral (2 rebuts de 9.381 pessetes. Sols en el cas de pagament per banc).
 32.500 (Europa) 41.500 (America)

Forma de pagament:

- Dom. bancària Xec bancari adjunt
 Gir. postal num. _____

(Firma)

•La subscripció representa un descompte de més de l'11% sobre el preu de venda als quioscos.

Distinguits senyors: Caixa/Banc _____ Agència _____

Adreça _____ Població _____

Nom i adreça del titular del compte _____

Els Pregue que fins a nova ordre els rebuts que presentarà Edicions del País Valencià, S.A. per l'import de la subscripció anual a pagar en:

- 1 rebut anual 2 rebuts semestral

siguen pagats amb càrrec: _____ de _____ 199 _____

C/c Llibreta Num. _____

(Firma)

EDICIONS DEL PAÍS VALENCIÀ, S. A.
 Avinguda del Baró de Carcer, 40, 13a.
 Tel. (96) 352 48 69 • C.I.F. A-46186821
 46001 VALÈNCIA

EL TEMPS
 Setmanari d'informació general

DOMICILIACIÓ BANCÀRIA