

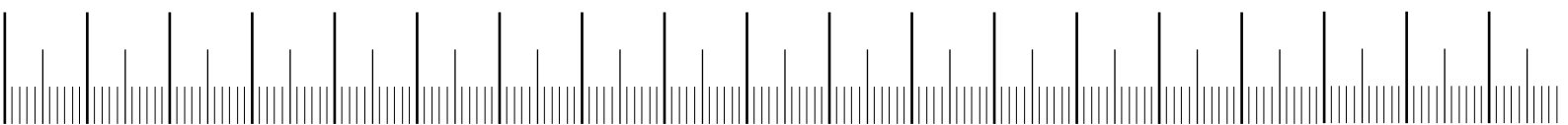
DAUVALDEU

REVISTA DE DIVULGACIÓ científica i tecnològica

Núm. 13 · HIVERN de 2017



PESES i MESURES



DAUALDEU

SUMARI

Editorial	3
Animal artificial	4
Salut i bona senda	5
Sinestèsies	8
Notes soltes	12
A carcasselles	14
A fons: Peses i mesures	16
Els Premis Nobel 2017	44
Actualitat	45
Llibres	46



REVISTA DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA
Primera època. Número 13
Solstici d'hivern de 2017. Marina Alta
Edita: MERIDIÀ ZERO

Consell de Redacció: Teresa Arabí, Vicent R. Chorro, Josep Lluís Domènech, Míriam Esparza, Esther Galbis, Catalina Luque, Hermenegild Maria, Pep Martínez, Josep Palomares, Jaume Pastor, Pepe Pedro, Paco Savall, Loreto Signes.

Disseny i maquetació: Pep Marro.

Patrocina: AMPA dels IES Chabàs de Dénia, Matemàtic V. Caselles Costade Gata de Gorgos, Ondara, Pedreguer, Antoni Llidó i Número 1 de Xàbia. Ajuntaments: Beniarbeig, Gata de Gorgos, Pedreguer i Xàbia. Acadèmia Valenciana de la Llengua, Institut Alacantí de Cultura Juan Gil Albert. Imprimeix: Impremta Botella, SL.

Dipòsit legal: A-837-2011. ISSN 2174-9914.



El Sistema Mètric Decimal

Josep Lluís Doménech

Professor de l'IES Antoni Llidó · Xàbia

La diversitat de mesures usades en els diferents llocs ha estat vista des de sempre com un obstacle per al comerç i per a l'establiment dels impostos. Tant és així que les iniciatives a favor de la unificació vénen de ben lluny en el temps. Tenim constància dels intents realitzats a Castella entre d'altres per Alfonso X, Juan II i Felipe II. No serà fins al segle XVIII quan els revolucionaris francesos, amb l'establiment del sistema mètric decimal, posaren les bases per a la unificació desitjada.

La implantació del sistema mètric decimal és una història llarga i plena d'entrebancs i dificultats, una història que en alguns llocs encara no ha acabat (a hores d'ara la primera potència mundial, EUA, és un dels tres països que encara no l'ha adoptat). Podem agafar com a data d'inici el 1790, moment en què Charles Maurice de Talleyrand, llavors President de l'Assemblea Constituent francesa, va fer una proposta revolucionària: l'establiment d'un sistema metroloògic nou, un sistema que, defensava Talleyrand, en estar basat en la natura, seria acceptat arreu del món i es convertiria en universal. Una altra novetat del nou sistema era que es proposava utilitzar com a escala per als múltiples i submúltiples la decimal.

El 1791, l'Acadèmia de Ciències de París nomenà la Comissió que havia d'establir el nou patró de longitud. Si bé alguns defensaren l'adopció com a unitat de longitud la del pèndol que bat segons en la latitud de 45° , finalment, la Comissió decidí referir-la a la longitud d'un meridià. És així que s'encarregà als astrònoms Jean Baptiste Delambre i Pierre Mechain mesurar un tros del meridià que passa per Dunkerque i Barcelona (en el número 9 de DAUALDEU vàrem tractar amb extensió els treballs realitzats al respecte). El 1798, una vegada acabats els treballs, l'Institut de França convocà una reunió internacional per tal de validar els resultats obtinguts i establir la llargària del nou patró, el metre. Un patró que serviria de base per a determinar a més els patrons de superfície, volum, capacitat i massa. A aquesta mena de congrés científic assistí l'oliver Gabriel Ciscar com a encarregat de la representació espanyola. A la tornada, Ciscar escrigué una *Memòria* on defensava la introducció del nou sistema, tot i que adaptant-lo a les peculiaritats espanyoles.

El 10 de desembre de 1799, en un decret de Napoleó, França adoptava el Sistema Mètric Decimal. Tanmateix, des del primer moment hi hagué el convenciment que, si bé des del punt de vista científic el sistema tenia avantatges (uniformitat,

Durant més d'una centúria l'ús que la gent feu del sistema mètric fou puntual, limitat a actes administratius.

No va acabar d'imposar-se fins ben avançat el s. XX.



precisió... de les mesures), a la població li resultaria difícil d'acceptar-lo. Les resistències es manifestaren fins i tot a la mateixa França. Tant és així que, el 1813, el mateix Napoleó dictà un decret segons el qual França tornava a les mesures antigues. No va ser fins el 4 de juliol de 1837 quan Lluís Felip I retornava definitivament al sistema mètric decimal. La resta de països l'adoptaren entre la segona meitat del segle XIX i les primeres dècades del XX. A Espanya, fou el 19 de juliol de 1849 quan Isabel II sancionà la *Ley de Pesas y Medidas* per la qual s'adoptava el sistema mètric decimal.

No obstant això, hem de distingir entre la implantació legal del Sistema Mètric i el seu ús per part de la població, la seua acceptació; i és que aquesta no anà emparellada a aquella. Malgrat els esforços de l'Administració, durant més d'una centúria l'ús que la gent feu del sistema mètric fou puntual i es limità als actes purament administratius (i això no sempre), majoritàriament, la població continua utilitzant el sistema tradicional, sobretot, pel que fa a les mesures agràries. No seria fins l'última part del segle passat quan podem dir que s'imposà el sistema mètric.

Mites vegans



J. M. Mulet

Institut de Biologia Molecular i Cel·lular de Plantes · UPV

Una de les modes alimentàries que més embranzida està tenint en els darrers temps és el veganisme. El seus practicants, a banda que els agrada fer saber a tot el món que ho són, defensen que es pot tenir una alimentació sana i equilibrada sense cap aliment d'origen animal, és a dir, és un vegetarianisme que, a més a més, no consumeix ni llet, ni ous ni mel.

El veganisme no té res de nou. Diverses religions vinculades amb l'hinduisme o el budisme, o fins i tot algunes esglésies cristianes fan pràctiques paregudes. De fet, algunes de les escoles budistes més estrictes practiquen el frutarianisme (menjar sols parts de les plantes que no impliquen matar-la), i l'hinduisme que es practica a Nepal a més de prohibir els aliments d'origen animal també prohibeix les plantes de la família de les liliàcies com l'all i la ceba per l'olor tan forta que desprenen.

Molts practicants del veganisme ho fan per motius filosòfics o per ideologia animalista; sostenen que podem alimentar-nos sense matar o aprofitar-nos dels animals. Des d'aquest punt de vista no hi ha res criticable, és una opció personal tan vàlida com qualsevol altra. El problema és quan reforcen aquestes afirmacions amb arguments que no són certs. Per exemple, el veganisme és millor per a la salut? No necessàriament. Es pot tenir una dieta equilibrada menjant carn o essent vegetarià ovolacti. Si eres vegà, tindràs problemes amb la vitamina B12, que sols prové de fonts animals; per això, es recomana que els vegans es suplementen amb aquesta vitamina. Ara s'ha estès el mite que un bacteri com la *chlorella* és rica en aquesta vitamina. És fals, té un anàleg de la vitamina B12, però que no es asimilable, al marge de la contradicció d'estar menjant bacteris, que no són vegetals i per tant, hauria d'establir-se si es vegà. Una mare lactant que practique el veganisme també hauria de suplementar-se amb iode, i el veganisme no estaria recomanat per a nadons menors de tres anys. Molts vegans també argumenten que els animals de companyia poden ser vegans i fins i tot existeixen pinsos vegans. Molts veterinaris adverteixen del problema que pot tenir aquesta dieta, sobretot, per als animals carnívors estrictes, com ara els gats.

El crudiveganisme tampoc no estaria recomanat, atès que el fet de no cuinar els aliments disminueix la biodisponibilitat de molts nutrients, i també augmenta la inseguretats alimentària. Els defensors diuen que simis com els goril·les son crudivegans i

Si ets vegà, tindràs problemes amb la vitamina B12, que sols prové de fonts animals.

El bacteri *chlorella* conté un anàleg d'aquesta vitamina, però no és assimilable.

no semblen tenir problemes per a acumular massa muscular. Aquest argument es enganyós. És cert que un goril·la és crudivegà i que això no l'impedeix acumular massa muscular, però el detall que obliden és que un goril·la passa el 85% del temps menjant i que la quantitat d'aliments que necessita per a cobrir els requeriments nutricionals és molt elevada comparada amb la nostra. Si en compte de 7000 milions de persones fórem 7000 milions de goril·les, el planeta col·lapsaria per manca de recursos.

Un altre argument és que la dieta vegana és la que més s'assembla a la dieta primitiva de la espècie humana. Això es més que qüestionable. La majoria d'espècies d'*homo* anteriors als *homo sapiens* eren omnívores, igual que nosaltres ara, el que explica que tinguem quatre dents canines (el quatre ullals) que serveixen per a esgarrar carn, que els herbívors estrictes que provenen d'una filogènia d'herbívors no tenen. El fet que el mateix gori·la tinga dents canines demostra que els seus avantpassats evolutius sí que menjaven carn i que actualment tenen una funció defensiva. Es creu que abans que el gènere *homo* colonitzara el món, quan vivien a la sabana africana, els primitius homínids eren carronyers, i ens tocava barallar-nos pel menjar amb els avantpassats de les hienes i els voltors. Sols hi ha una excepció coneguda. Les restes de neardentals de la cova del Sidró, a Astúries, han demostrat que tenien una dieta vegetariana. Al seu darrer llibre, però, Bermúdez de Castro recomana agafar aquesta evidència amb cautela ja que potser és una errada experimental o que tenen una mostra molt reduïda, perquè a tots els jaciments contemporanis s'han trobat nombroses evidències de cacera i fins i tot de canibalisme, o això o és que els primers vegans eren asturians i es varen extingir.



Ciència, pseudociència i cronobiologia

Diego Fuentes

Metge Cardiòleg · Hospital de Dénia · Marina Salut

En la naturalesa pot observar-se la repetició periòdica de molts fenòmens que influeixen i repercuteixen en els éssers vius, en són els més evidents la repetició de les estacions climàtiques o la influència de la lluna sobre les mareas, l'estat agrícola o la psicologia de les persones. Aquestes observacions foren conegudes des de la remota antiguitat i portaren a la suposició que els ritmes de l'univers influeixen en el curs vital dels éssers vius i donà peu al naixement de l'astrologia, la pràctica de la qual ocupà des de temps ancestrals molts savis de l'antiguitat i hi fou requerida a l'hora de prendre decisions importants. L'astrologia ha perdurat fins els nostres dies, malgrat la seua consideració com a pseudociència se segueix discutint i grans i racionals savis com Galileu o Kepler foren astròlegs nomenats.

En el s. XIX l'alemany Wilhem Fliess (1858-1928), un metge molt observador, contemporani, amic i col·laborador de Freud en l'elaboració de teories al voltant de la bisexualitat dels éssers humans, fou també autor d'observacions interessants, com ara la teoria de la periodicitat vital que hui ens interessa ací. El Dr. W. Fliess considerà que, igual que els moviments astrològics podien influir en la vida de les persones, també podien influir unes altres raons més properes i personals. Després de recopilar dades vitals i biogràfiques de molts personatges com el nombre de viscuts, els moments temporals de sort i triomfs, així com de malalties, desgràcies, accidents, etc., suggerí que un nombre important d'aquests fets ocorren seguint un patró cíclic que dura 28 dies en les dones (anomenat *patró emotiu o femení* que seguiria els cicles menstruals o lunars) i un de 23 dies en els hòmens (*patró de força física*, masculí o simplement físic). Per tant, postul·là l'existència d'una sort de bioritmes per la qual els processos vitals emotius i físics es desenvolupen seguint un cicle amb cúspides (períodes favorables) i valls (períodes negatius).

Segons el Dr. Fliess, estudiant les coincidències d'ambdós, a la cúspide o a les valls, poden determinar-se els dies favorables i els períodes desfavorables o negatius, amb risc inclús per a la vida. Aquestes teories causaren tanta influència en el seu amic Freud que, al llibre *La psicopatologia de la vida*, al capítol en què parla sobre la superstició, refereix alguns càlculs basats en bioritmes, segons els seu amic Fliess. Molts altres intel·lectuals de l'època estigueren interessats en aquestes teories i contri-

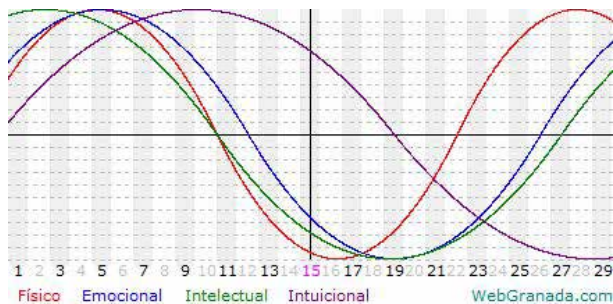
Wilhem Fliess postul·là l'existència d'una sort de bioritmes que fan que els processos vitals emotius i físics es desenvolupen seguint un cicle amb cúspides i valls.

buiren a la seua popularització. Herman Swodoba, catedràtic de psicologia a Viena, donà suport a les teories anteriors exposant haver arribat a conclusions semblants a les citades per Fliess pel que fa a l'existència d'influències cícliques alternants. El Dr. Alfred Teltscher, un destacat seguidor, catedràtic a Innsbruck, amplià i completà els cos teòric aportant l'existència d'un tercer cicle periòdic que anomenà *intel·lectual*, de 33 dies de durada, descobert gràcies a estudis estadístics de capacitat i rendiment intel·lectual realitzats amb els seus alumnes. Durant anys, els bioritmes citats s'han considerat com a principals o clàssics que determinen les facultats o plans: emocional/femení, físic/masculí i intel·lectual, però ara és freqüent que s'hi afegisca un quart, l'*intuïcional* que oscil·la a intervals de 38 dies. Uns altres seguidors discuteixen sobre la possible existència d'altres cicles que regirien l'espiritualitat, la intuïció, la consciència, l'estètica... i altres qualitats, però algunes d'aquestes són considerades per molts altres com a simples conceptes derivats o combinacions dels tres primaris, o quatre, si considerem també l'intuïcional com a bàsic.

Els seguidors d'aquestes teories defensen que quan els tres o quatre cicles bàsics coincideixen en una vall o baixada hi ha una major propensió a la fatalitat amb presència d'accidents o malalties, inclús la mort; mentre que quan tots els cicles coincideixen en una cúspide podem parlar d'aspectes bons o fortuna en tots els plans. Aquestes teories reberen un impuls popular fort quan en la dècada de 1970 l'escriptor Bernard Gittelson publicà *Biorhythm - A Personal Science*, llibre que va anar seguit de l'edició de nombroses *cartes biorítmiques* per a predir les desgràcies i la fortuna personal. Milions de ciutadans les utilitzaren per fer apostes i valorar els moments més oportuns en les relacions interper-

sonals. Malgrat mancar de fonament científicament provat, la seua pràctica s'estengué per Nord-amèrica i el Japó, i l'empresa guanyà molts diners venent calculadores de bioritme personal i fins i tot grans empreses com línies aèries o la borsa ho consideraren i analitzaren durant un llarg temps per predir fets possibles adversos; tanmateix, no s'arribà mai en la predicció de resultats d'esdeveniments, ni bons ni dolents.

Per a construir un bioritme personal cal realitzar un càlcul matemàtic notable amb sistemes periòdics ja que segons la teoria, els bioritmes s'inicien amb el naixement de cada persona i van oscil·lant entre fases positives i negatives durant tota la vida, cadascun amb cadències cícliques distintes, però a hores d'ara amb la informàtica és fàcil de realitzar un bioritme i pot fer-se en pocs segons (el qui vulga jugar amb ells pot vore WebGranada.com).



Calculadora de bioritmes. (WebGranada.com). La coincidència de TOTS els bioritmes en una vall indica el dia *horribilis*, mentre que la coincidència a la cúspide és el *summum*.

Des del punt de vista matemàticoestadístic, podem afegir que la teoria estableix que els dies crítics representen el 20% de tots els dies de la vida d'una persona a l'igual que els dies *summum* són un altre 20%, amb la qual cosa en aquestes dates hauria de concentrar-se el dolent i el bo, però qualsevol pot comprovar en la seua autobiografia que les coses passen a l'atzar. Molts estudis epidemiològics realitzats sobre diversos episodis o successos rellevants, per exemple de suïcidis (Dezelsky i Toohey, 1978), o sobre atencions en urgències per accidents de trànsit (Madera, Krider i Fezer, 1979), o afectats per catàstrofes o atemptats o uns altres fets han demostrat l'absència de relació amb bioritmes personals dels implicats i hi han trobat, contràriament, una diversitat de totes les fases biorítmiques entre els afectats.

En resum, podem considerar com a possible que al llarg de l'existència d'un ésser poden existir períodes agrupats de debilitat, insensibilitat o malaptesa, igual que n'hi ha uns altres de fortuna i felicitat, però ningú no ha pogut demostrar que això segueix patrons cíclics concrets. Hem de considerar els bioritmes com un joc simple sota l'aparença de ciència, si més no, estadística o si es vol d'hipòtesi de probabilitat, però pretenir establir-ho com a ciència no té sentit, ja que manca dels fonaments científics de reproductibilitat i refutabilitat, encara que com a joc és divertit.

La cronobiologia per la seua banda és una disciplina relacionada també amb cicles vitals, però en aquesta ocasió amb base en la fisiologia. La cronobiologia estudia els ritmes biològics i els mecanismes que els regulen amb les seues implicacions i aplicacions en biologia i medicina.

Per ritmes biològics entenem una sèrie de processos presents en els éssers vius que segueixen cadències o ritmes previsibles i repetitius influenciats o disparats, cosa que ha portat a anomenar-los "rellotges biològics" i funcionant com a ritmes biològics (encara que és un joc de paraules no han de confondre's amb els bioritmes citats anteriorment).

La cronobiologia és una disciplina científica plenament. Els orígens s'atribueixen a les observacions del francès Jean Jacques d'Ortois, quan, cap al 1729, observà que una planta obria les fulles durant el dia i les tancava durant la nit, semblava

Hem de considerar els bioritmes com un joc simple sota l'aparença de ciència, si més no, estadística, o, si es vol, d'hipòtesi de probabilitat.

que reaccionava davant les variacions de llum. No obstant això, pogué comprovar que tancada en un armari fosc la planta continuava obrint i tancant les fulles segons fos de dia o de nit sense necessitat de contacte amb la llum. Això demostrava que podia reconèixer els canvis dia/nit mantjant un altre sensor o rellotge biològic.

Els estudis al voltant dels sensors cronobiològics demostren una enorme varietat de desencadenants externs encara que gran part dels coneguts tenen desencadenants ambientals com els canvis de llum, temperatura o humitat i uns altres encara no coneguts que són captats per nombrosos éssers vius i tenen per objecte posar en marxa i sincronitzar accions com el despertar de la naturalesa vegetal a la primavera, les migracions coincidents de moltes aus, l'aparició cíclica del zel de mamífers en temps determinats. En els humans existeixen nombrosos cronoritmes biològics que programen el funcionament automàtic, racional, de l'organisme, i l'harmonitzen amb el medi ambient. El més evident i conegut dels sincronitzadors biològics és l'alternança dia/nit (anomenat *ritme circadià*) que regula molts efectors biològics com són els ritmes d'activació/desactivació de capacitat física i intel·lectual, mitjançant activació general circulatòria, pujada lleugera de TA, de temperatura..., o el seu contrari (amb la desactivació general) per entrar en ritme de son, però també hi ha cicles mensuals com la menstruació, i uns altres d'annuals.





La cronobiologia estudia els ritmes biològics i els mecanismes que els regulen amb les seues implicacions i aplicacions en biologia i medicina.

A diferència dels bioritmes de Fliess, on regeix l'exactitud matemàtica dels cicles i no hi ha desajuts, els cronoritmes biològics expressen per contra una viabilitat discreta en la seua presentació; per exemple, un dels més coneguts és el cicle menstrual femení que, encara que popularment es resumeix en 28 dies, es considera normal entre els 23 i els 33 dies, i no tots els mesos dura el mateix en cada dona, ni igual que en altres dones, ni per descomptat igual per a les diferents femelles de mamífers on s'acobla a les necessitats diferents, per exemple, en les femelles de ximpanzé els cicles duren uns 35 dies (entre 33 a 38 dies), mentre que en les gosses

es dona un cicle semestral que es repeteix aproximadament cada 6 mesos; en herbívors grans el cicle menstrual sol ser anual o acoblat a l'estació on els nounats futurs disposen de més recursos naturals, per tant, això sí, acoblat a la naturalesa per aprofitar el moment més favorable.

En resum, moltes circumstàncies fisiològiques i patològiques posseeixen aspectes temporals repetitius o cíclics, però han d'estudiar-se i conèixer-se cadascuna d'elles en el seu cercle complet i la seua funció, i naturalment els seus desencadenants i inhibidors, com a única manera de poder intervenir sobre ells a favor nostre.

Aplicacions biomèdiques

1. **Conèixer els cicles ajuda en el diagnòstic.** Moltes malalties es veuen afectades en el seu curs per cronoritmes o aspectes temporals en les seues manifestacions, per exemple, les febres per infeccions solen remetre al matí i s'incrementen al vespre; malalties com l'asma es manifesten amb major propensió en els canvis estacionals de primavera i tardor, com també les gastritis i les úlceres. Els parts semblen abundar més amb lluna plena i amb predominància horària discreta entre les 24 h i les 6 h de la matinada. Els infarts predominen a la franja horària des de les 6 h fins a les 12 h. En fi, els signes i símptomes de moltes malalties varien al llarg del cicle diari, mensual o estacional.

2. **Transtorns de desincronització cronobiològica.** En aquest tipus de desordres la cronologia interna es troba desfasada respecte a l'externa; podríem dir que el cos marca una hora diferent a l'oficial. Són exemples els casos provocats per vols transoceànics amb desfasament horari notable o jet-lag a l'igual que ocorre en els transtorns observats en els de treballadors en torns rotatius. També s'ha comprovat que les estades llargues en llocs on les llums romanen enceses les 24 hores on es produeixen irrupcions de personal de control en qualsevol moment del dia i de la nit, afecten directament l'estructura cronobiològica (cosa que s'ha usat com a tortura) i s'ha comprovat que la remissió de la malaltia es dificulta, en comparació amb situacions cronobiològicament "normals", per això, entre unes altres raons, es promou l'alta precoç als hospitals.

3. **Cronoteràpia.** L'horari d'administració dels fàrmacs quan se sincronitzen amb els rellotges biològics pot ser de molta importància per a maximitzar la seua eficàcia i minimitzar els efectes secundaris, la qual cosa implica la necessitat de conèixer el cicle natural. Per exemple, en alguns tractaments de quimioteràpia, s'ha comprovat que quan la teràpia s'administra fent-la coincidir amb el ritme natural hi ha una preservació de les cèl·lules sanes alhora que una major destrucció de cèl·lules canceroses. Tractaments hormonals diversos i uns altres substitutius han d'administrar-se coincidint amb els pics naturals per tractar de reproduir el cicle natural. Per exemple, els antiinflamatoris per a l'artritis són més efectius administrats cap a la nit, i això perquè el mediador bioquímic d'inflamació que la provoquen se segrega en màxims en aquestes hores, cosa que permet neutralitzar millor el seu efete.

Sincronitzar amb els ritmes naturals genera major efectivitat terapèutica, és a dir, menors dosis i menors efectes secundaris ja que a cap persona normal se li acudiria prendre una pastilla per dormir a l'hora de despertar-se o el fet contrari.

Per a saber-ne més

[Cronobiologia humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad.](#) Diego Golombek (comp.) Editorial Universidad Nacional de Quilmes

[Ritmos, relojes y relojeros. Una introducción a la cronobiología.](#) Madrid JA, Rol de Lama MA. Revista Eubacteria. 33:1-8. 2015.

Les múltiples visions del Discòbol de Miró

Daniel Climent

Professor de Ciències

Lluís Giner

Professor d'Educació Física

De visita al MARQ

El Museu d'Arqueologia d'Alacant (MARQ) és un excel·lent museu. L'any 2009 va organitzar «La bellesa del cos humà», una exposició en què la peça principal era la còpia romana en marbre del **Discòbol** de Miró procedent dels fons del *British Museum* de Londres. L'original, de bronze (aprox. 455 aC) era de l'escultor grec Miró, però només se'n conserven còpies com la que eixe any s'exhibia a Alacant.

El *Diskobolos*, Δισκοβολος, representa un atleta en el moment de màxima tensió just abans de llançar un disc de competició; com totes les escultures gregues d'atletes i gimnastes, el discòbol va completament nu. El moment capturat a l'estàtua és un exemple de ritme, harmonia i equilibri fins el punt que encara no s'ha modificat/millorat la tècnica de llançament (tot i que en la còpia del Museu Britànic el cap va ser restaurat de manera errònia).



Esquerra, Discòbol. Còpia de marbre en el Museu Britànic; amb el cap mal restaurat. Dreta, Discòbol. Còpia de bronze en el Jardí Botànic de Copenhagen. Viquipèdia

Així, doncs, en una visita a l'exposició del MARQ es podia contemplar i estudiar l'estàtua d'un cos humà en plena activitat física. I fer-ho tot admirant una obra d'art que la major part dels alumnes només tindria oportunitat de veure en aquesta ocasió.

Era, doncs, una bona ocasió per mostrar als alumnes que una obra artística digna de gaudi estètic pot servir també per a unes altres lectures més «prosaïques», les relacionades amb els programes de diferents assignatures.

Els autors de l'article, professors de Secundària de Ciències de la Natura i d'Educació Física, i en centres diferents, vam proposar una interacció entre ambdues àrees i instituts; i alhora obrir finestres a unes altres àrees i temes potencialment sinèrgics.

El primer cercle, el de les paraules

El primer cercle de l'ona expansiva que proposàvem era, com possiblement haja de ser-ho en general, el lingüístic. Perquè les paraules són «les claus que obrin tots els panys» si se sap assaborir-ne l'origen etimològic, trobar-ne afinitats en diferents llengües, establir arbres de paraules derivades i de conceptes relacionats...

La primera paraula en suscitar un interès especial va ser «gimnasta», provinent del grec γυμνοσ, *gymnós*, “nu”, ja que els gimnastes feien els exercicis desproveïts de roba. Per als adolescents, abordar el tema de la nuesa és de cabal importància, i l'estàtua facilitava el trànsit de l'ètim descriptiu a uns altres camps, com el representat pel terme botànic «gimnosperma», que significa planta amb les llavors (*sperma*) nues (*gymnós*), sense fruit que les envolta, com en els pins, xiprers, etc.

Altrament el títol de l'escultura, Discòbol —«llançador de disc»— és una paraula formada per *diskos*, nom que donaven els grecs a les planxes circulars i grosses que es feien servir en jocs esportius, i *bol*, nom relacionat amb el verb grec *ballein*, «llançar». I l'aprofundiment etimològic va resultar més productiu del que esperàvem, ja que en proposar als alumnes paraules derivades de *bol/bal* van aparèixer moltes més de les previstes, i relacionables amb diferents assignatures i temes:

* èmbol, paràbola, hipèrbola, bola, bala, baló, bàlan (cabota del penis, gland, per on es llança l'orina i el semen), ballesta, balística, bullir...;

* i també en unes altres llengües, tant llatines com no llatines; i l'exemple de l'anglès *ball* va sorgir d'immediat.

I va tindre ocasió de comprovar que fins i tot temes tan complexos i moderns com els propis de la biologia molecular poden fer ús d'ètims grecs i llatins com el que ara ens ocupava, *bol*: *anabolisme*, *catabolisme* i *metabolisme*, per exemple:

* el terme grec *aná* significa “cap amunt”, i per això *anabolisme* indica el procés (*-isme*) d'«enviar cap amunt», construir, molècules grans a partir de petites;



* L'antagònic *katà* vol dir «cap avall», i per eixa raó **catabolisme** es refereix a tot procés de degradació, destrucció o “caiguda”, el **cataclisme**, dels materials grans reduïts a uns altres de més menuts;

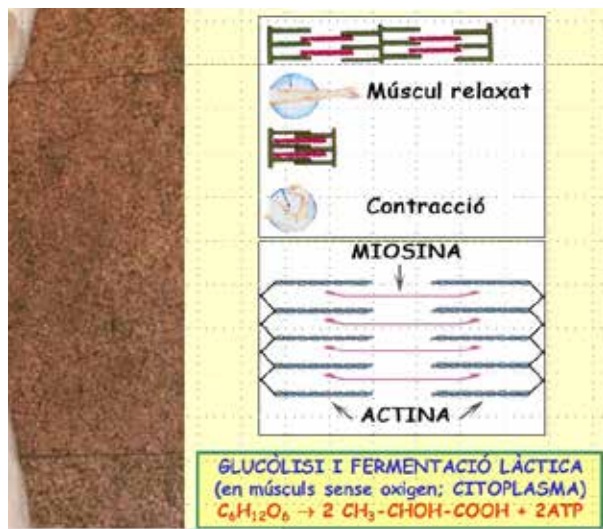
* i per **metabolisme** [del grec *meta-* «més enllà», «canvi», com en **metamorfosi**] s'entén el conjunt de processos de transformació de molècules.

No cal dir que els professors de llengües que participaven en el projecte van relacionar d'immediat aquests termes de biologia molecular amb uns altres de lingüística que havien de tractar en el seu programa, com **anàfora**, **catàfora** i **metàfora**.

Completar el pòster

En els pòsters preparatoris de la visita al museu figuraven¹ suggeriments didàctics relatius a camps com l'anatomia, la fisiologia, l'estàtica, la dinàmica, la mecànica, la bioquímica, la història de l'art, la lingüística, la higiene postural, etc. I un híbrid d'alguns d'eixos pòsters, el que figura a les pàgines següents, es va presentar a les XIII Jornades de l'Associació Curie per a l'ensenyament de la Física i la Química, celebrada a Elx l'any 2009.

Tal i com es veu en el següent fragment, molts dels requadres s'oferien com una mena de respostes de les quals calia trobar les preguntes originals.



En una fase posterior, ja a l'aula, els alumnes disposaven de còpies del pòster però amb requadres en blanc; i se'ls animava a incloure-hi uns altres motius que fins i tot podrien servir com una mena d'examen perquè uns altres alumnes esbrinaren a quina pregunta corresponia la nova imatge, esquema, algoritme, etc.

El llistat de preguntes que van generar alumnes i professors per omplir eixos requadres amb les respostes corresponents va ser tan llarg com suggeridor, com es mostra en els següents exemples

* Com sap l'atleta que està dret, quiet, en moviment...?

* Quins músculs participen en el llançament? ¿En quins ossos van inserits?

* Com es transmet l'ordre del cervell als músculs implicats per llançar el disc?

* Què és el marbre? Per què és blanc?

* Què és el bronze? ¿Per què és de color verd [l'estàtua de Copenhagen]?

* Com es fan una estàtua de marbre i una de bronze?

* Quines escultures gregues de l'època clàssica són les més famoses, i quins van ser els autors?

* Quina és la fórmula o algoritme que descriu la trajectòria del disc?

* Quina relació haurà entre la força i l'angle del llançament, amb l'altura i la distància assolides pel disc?

* En tots els jocs esportius de l'antiga Grècia els guanyadors eren coronats amb garlandes fetes de rames i fulles d'alguna planta. Si el discòbol haguera participat en els jocs olímpics i obtingut la victòria, ¿de què estaria feta la corona que ornaria el seu cap? ¿Eren les mateixes plantes les que representaven els premis en uns altres jocs, com els pítics, els nemeus, els funeraris...?

* Si el certamen haguera sigut poètic, i no esportiu, ¿de què estaria feta la corona guanyadora, i per què?

I, com eixes, moltes més preguntes (i respostes); puntuables per a qui les aportara, les resolguera, les inserira en els requadres en blanc, trobara la pregunta original i explicara com hi havia arribat, etc. Preguntes que impulsaven a la recerca, la confrontació de fonts informatives, l'elaboració de síntesis i conclusions i la transformació resumida en un nou requadre per adjuntar al pòster...

I tot això, procediments i resultats, eren considerats també com matèria avaluable... alhora que coherent amb els objectius d'etapa i amb porcions més o menys grans del programa de cada assignatura.

Necessitats, desitjos, imaginació

En l'ésser humà la satisfacció de les necessitats pot articular-se amb l'emergència de desitjos, també en el món acadèmic; però tot i que aquelles estan taxades (per exemple, aprovar l'assignatura), si s'aconsegueix acoblar-les amb aquests es poden obtenir resultats prolífics, fèrtils, inacabables, insaciables., imaginatius... i que a més s'hibriden de múltiples maneres i produeixen rebrots tan interessants com inicialment imprevisibles.

Com a un nou exemple comentarem que una de les propostes més reeixides en la reelaboració del pòster a partir de requadres en blanc va incloure la inclusió de la Victòria de Samotràcia que es troba al museu del Louvre, de París; el nom originalment *Atena Nike*, va permetre, entre altres coses, que els alumnes conegueren el significat de la marca esportiva Nike, que s'ha de pronunciar en grec, *niké* (i no *naïqui*), com ja advertien els creadors de la marca atès que el nom vol ser un cant, justament, a la victòria esportiva.



Doncs bé, projectes així es van dur a terme en l'IES Badia del Baver d'Alacant. Un centre que a partir del curs 2004-05 va ser pioner en el País Valencià en un programa experimental dedicat a alumnes d'altres capacitats i alt rendiment; les metodologies aplicades incloïen tractaments transdisciplinars (les «assignatures» intersecaven entre si, s'envaïen mútuament), però també selecció i formació interna i mútua del professorat, l'aplicació «en cascada» a uns altres grups no directament implicats en el projecte, el treball amb uns altres centres, etc².

Els resultats van confirmar, de nou, allò que molts investigadors de la ment humana venen dient: que quan se li dona oportunitat la intel·ligència és expansiva, explosiva, expressiva i fins i tot extravagant; en qualsevol cas, extraordinària.

En definitiva, creiem que fomentar el desig de saber, el gaudi de l'aprenentatge, estimular la formació contínua, autònoma i compartible és un bon plantejament didàctic.

Sinestèsies, sí; però didàctiques

Un nom format dels ètims grecs *syn*, «junt» i *aisthesia*, «sensació» i que serveix per denominar la interferència de sensacions que tot i provindre d'un òrgan receptor, d'un «sentit», estimulen altres àrees perceptives, com si l'estímul tinguera un altre origen. Així, un sinestèsic pot interpretar els sons com sensacions visuals, els colors com sabors o les textures com aromes, per posar-ne uns exemples.

I, per què hem anomenat així la sèrie? Doncs perquè s'hi proposa que més enllà de fonamentar la coherència de cada àrea s'obriguen simultàniament finestres d'oportunitat en uns altres camps. Amb eixa finalitat es presenten exemples d'aula basats en connexions i trànsits entre camps epistemològics que en l'educació formal solen oferir-se tan distints com distants, tan aïllats com culturalment indigents.

En general fomentar la congruència entre assignatures de les diferents àrees (ciències experimentals i naturals, ciències socials, humanitats, llengües...) no figura com un objectiu didàctic. Potser la causa l'hagem de buscar en el model didàctic heretat, en la seguretat que atorga no eixir-se del manual, del programa tancat o de les «veritats» contingudes en els llibres de text, o en el temor a mostrar les mancances formatives si es pregunta als companys d'unes altres àrees.

Però en l'actualitat un dels reptes educatius és formar individus amb capacitats i destreses tan polièdriques com versàtils, i fomentar així la formació contínua. Així que potser siga l'hora de canviar de model didàctic i explorar les potencialitats de les connexions entre les diferents àrees del coneixement i els llenguatges en què s'expressen: de l'experimental al poètic, de l'artístic a l'emotiu, del pensament causal al transversal, de la contingència a la predicibilitat, del joc a la lògica, de les etimologies a les matemàtiques o la química... sense oblidar-nos de la propiocepció i el moviment corporal com una part més del coneixement, de l'autoconeixement.

El repte que proposem és doble, per tant:

1) Dirigir el procés d'aprenentatge cap a l'elaboració no tant de línies de coneixement paral·leles com d'una xarxa conceptual; una xarxa tan sensible com la d'una teranyina, en què qualsevol impacte de la realitat siga transmès en múltiples direccions, tant de la trama cognitiva com de l'ordit emotiu, per afavorir la resposta més adequada a la resolució del repte.

2) Contribuir a què els professors milloren el model didàctic, que siguen professionals d'ampli espectre i no tan sols tècnics aplicadors d'uns coneixements tan limitats com aïllats.

En definitiva, una proposta d'ensenyament-aprenentatge dirigit tant a alumnes com a professors actuals i futurs.

I per a il·lustrar-ho hem fet servir, com a excusa, una escultura tan magnífica com apropiada, el Discòbol de Miró.

NOTES

1. Els pòsters original estan dipositat, com uns altres relatius a uns altres temes, a l'IES Badia del Baver (oficialment Bahía de Babel), d'Alacant; el nom correcte, Baver, al·ludeix a les drassanes que hi havia a la badia d'Alacant, just enfront de l'institut; un baver era el lloc on s'acobraven els baus (> bauer > baver) bigues travesseres de les barques.

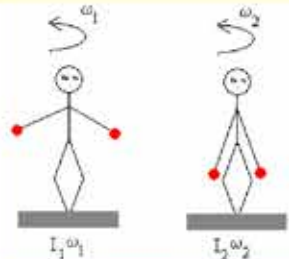
2. Una de les conseqüències d'eixes metodologies va ser que a partir d'aleshores es va disparar el nombre i tipus de guardons educatius que vam rebre a l'institut, tant individuals (premis extraordinaris de Batxillerat, Olimpíades d'assignatures, etc.) com col·lectius (a la innovació educativa, etc.). Uns altres temes al voltant dels quals vam estructurar els curricula en els anys que va durar l'experiència van ser:

- a) [Arnau de Vilanova i l'Edat Mitjana](#) (fent servir com a llibre-guia "Les urpes del diable", de Silvestre Vilaplana);
- b) [els Borja i el Renaixement](#);
- c) la [Primera Revolució Industrial](#) (amb tractament plurilingüe, amb exàmens, conferències i apunts en francès i anglès, a més del català i castellà);
- d) [epidèmies històriques](#) (també amb tractament plurilingüe);
- e) [Einstein i l'Annus mirabilis \(1905\) de la Física](#) (l'any del centenari, el 2005);
- f) [l'esfera celeste](#) (en col·laboració amb uns altres centres, de Catalunya);
- g) [els eclipsis](#) (l'any 2009; tot aprofitant l'eclipsi solar anular que es va produir eixe any).



PLURIDISCIPLINARIETAT AL VOLTANT DEL DISCÒBOL

Lluís Giner Climent, professor d'Educació Física et Daniel Climent Giner, professor de Biologia



MECÀNICA

1) **Moment angular o cinètic:** per a un sòlid [massa: m] que gira a una certa velocitat angular [ω] al voltant d'un eix [distància: r]:
Moment d'inèrcia o rotacional $I = m \cdot r^2$
Moment angular $L = I \cdot \omega$
CONSERVACIÓ DEL MOMENT ANGULAR
 $I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2 = \text{constant}$
 ⇒ si disminueix el moment d'inèrcia s'eleva la velocitat angular (si $I \uparrow$, $\omega \downarrow$).
 [quan més s'obren els braços, més lent és el moviment; exemples: patinadors sobre gel, ballarins de ballet, triple salt de trampolí]
PREGUNTES: a) un llançador de disc, li convé a) girar amb els braços estesos o junt al cos? b) saltar el disc juntant el braç al cos, o no?
 2) **Efecte Magnus:** la rotació d'un objecte en un fluid afecta la trajectòria.
PREGUNTES: un disc que gira en ser llançat a) es desplaçarà en línia recta o curva? b) es desviarà més en hivern o en estiu?
HI HA MÉS INFORMACIÓ A LA FITXA X

NOMBRE AURI (d'*aurum* = daurat, d'*or*)
 Φ (x "fi", acrònim de Fídies, escultor grec)
 Nombre irracional que correspon a una proporció privilegiada entre dos segments contigus (A, B) en què
 $(A+B)/A = A/B = 1.618033...$

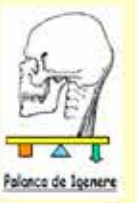


Fix: la prova en el propi cos: Mesura!
 Altures total del cos (a+b):
 dels peus al melic (a):
 del melic al cap (b):
 $A+B/A =$
 $A/B =$
 * Dóna el mateix resultat?
 * Quines altres parts del cos compleixen esta regla?
 = INFO A LA FITXA Z

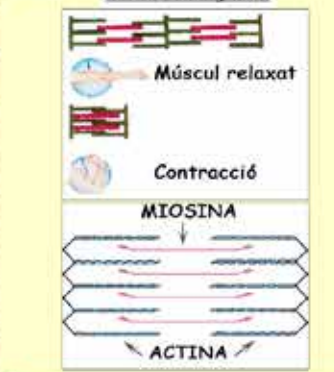


CALX-CALCIS [TALÓ]
 [calcáni (ós del taló), calçat calçada...]
 [calz > cauz > coz (cast.), calcio (it.: futbol)]

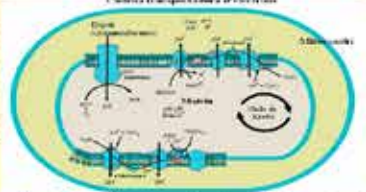
CAPUT, -IS
CAP
 [capitell, capità, capell]
 cabeza (cast.), Kopf (alem.)
CAPILLUS, -I
 [caput + pillum; trànsit pib]
 [capil·lar]
CABELL
 cabelo (cast.) capelli (it.)



BRACCHIUM, -I
BRÀÇ
 [= abraçar, braçolet...]
 húmer [cast. húmero → "hombro"]
 * entre l'escòpula (omòplata), i l'avantbraç (còlze, còbit i radi)
 * biceps, triceps [amb 2-3 caps o insercions], deltoides, brazo (cast.), bras (fr.), braccio (it.)



GLUCÒLISI I FERMENTACIÓ LÀCTICA
 (en músculs sense oxigen: CITOPLASMA)
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_7COH-COOH + 2ATP$
RESPIRACIÓ AERÒBICA (MITOCONDRI)
 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36ATP$



DISCÒBOL, DE MIRÓ

El Discòbol [en grec, Δισκοβόλος, "Diskobolos" = "llançador de disc"] és una escultura que representa el cos d'un atleta en el moment de màxima tensió just abans de llançar un disc; el moment capturat a l'estàtua és un exemple de ritme, harmonia i equilibri.
 Com totes les escultures gregues que representen atletes i gimnastes, estas van completament nus. L'original, de bronze [les actuals són còpies, com la romana de marbre conservada en el British Museum], va ser obra de Miró, escultor grec del segle V aC (= 455 aC).

Paraules o partícules lingüístiques relacionades amb esta escultura, i que tenen aplicació en Biologia i en Educació Física:
 * **GIMNÀSIA:** del grec γυμνας, *gymnás*, nu; es feien els exercicis desproveïts de roba; *gymnosperma*: planta de llavors nues, sense fruit.
 * **-BOL:** del grec βολή, "llançar"; en Biologia: **ANABOLISME** [gr. "anà", cap amunt; "-isme", procés] ⇒ síntesi de molècules grans a partir de més petites; **CATABOLISME** [gr. "katà", cap avall] ⇒ degradació; **METABOLISME** [gr. "meta-", canvi, enmig de] ⇒ conjunt de processos anabòlics i catabòlics.

Falòries (o Ai, l'homeopatia!)

Vicent Botella
Doctor en Física

Ai, l'homeopatia! Mala herba mai no mor i el bestiar no se la menja. És increïble que aquesta ximpleria del s. XVIII encara sure i sense haver-hi afegit ni un gram de forment. La trobe sovint i em faig creus. Breument: l'homeopatia és una pseudo-teràpia, una creença de caire supersticiós, que proposa que les malalties poden curar-se amb dosis petites (i quant més petites millor!) de la substància que les provoca. Segons el concepte homeopàtic de la “potenciació”, en diluir en aigua (o alcohol etílic) una substància repetidament, s’hi pot augmentar o potenciar el seu efecte. No hi entraré en detalls, però us deixo els dos quinzets que fan la pesseta: els productes homeopàtics estan tan diluïts que són solament aigua! A la capsula o botella hi trobareu una indicació de quantes vegades s’ha diluït el principi actiu. Per exemple, si hi posa “30C”, això implica que s’ha diluït una part de principi actiu en 10^{60} (un 1 seguit de 60 zeros!) parts d’aigua. Ara ves i busca el principi actiu, no hi trobaràs ni una pobra molècula. I més enllà d’escurar-vos la butxaca, no li trobareu cap altre efecte.

Tot i així, hi ha metges (ho he vist personalment en algun pediatra) que s’atreveixen a prescriure remeis homeopàtics i farmàcies que te’ls venen sense cap rubor. I per suposat hi ha usuaris, i pares i mares, que en fan devotes recomanacions i en juren els beneficis. Ací és on ens cal recordar l’efecte “placebo” o com la gent tant sovint veu i sent (sols) allò que vol. L’efecte placebo és un efecte psicològic passatger que ens fa creure i sentir una certa millora en la nostra malaltia pel sol fet d’haver rebut un tractament o medicina, encara que fos fals (un got d’aigua amb coloret o una pastilleta de sucre, per exemple).

Com que els essers humans tenim aquests errors de percepció tan acreditats, per avaluar objectivament l’eficàcia de qualsevol medicina o tractament, cal fer estudis estadístics amb gran quantitat de pacients i, el més important, un grup “control”: un grup de pacients que (sense saber-ho) no reben la medicina de l’estudi sinó un placebo. Açò permet avaluar la diferència “real” en l’evolució dels símptomes entre aquells pacients que han rebut el tractament i els pacients del grup control que no han sigut tractats. Si no hi ha una diferència, es considera que el tractament no és eficaç.

Allò que en diuen medicina “alternativa” és un conjunt ben heterogeni de pràctiques que compar-

teixen un mateix tret característic: no s’ha pogut demostrar la seua eficàcia mitjançant cap estudi clínic. És a dir, no s’ha detectat cap diferència en el progrés dels pacients tractats amb la suposada teràpia i aquells del grup control. L’altra característica comuna de les pseudo-teràpies és que la manca d’evidència científica no sembla aturar a qui la practica ni a molts malalts que s’hi acosten a la vora de la superstició cercant ajuda o consol.

A banda de l’homeopatia, hi ha un rastre de pseudo-teràpies que ens assetgen constantment, com ara la naturopatia, l’acupuntura, el reiki, ayurveda, quiropraxis, diferents versions del tema “deixa que et pose una pedreta màgica damunt i voràs què bé” ... i reben una menció especial, per originals, les supersticions del nostre folklore popular com trencar l’enfit o treure el sol del cap.

Algunes d’aquestes teràpies tenen clarament un imaginari místic o un component religiós o sobrenatural ben colorit que evidencia clarament el seu distanciament de la ciència empírica. Altres, però, proven a aproximar-se a la imatge de la medicina científica per aprofitar-ne la reputació: us rebran posats de bata blanca en una consulta ben moblada i amb els bàrtuls adients. Cal anar amb compte amb les aparences.

I també, per favor, ull amb la xarxa: a internet s’hi pot trobar qualsevol cosa i la contrària. En llegir o escoltar alguna notícia sobre una nova teràpia o dieta o sobre l’últim aliment que diuen que fa càncer, cal que us pregunteu: 1. Quina és la font d’aquesta informació? Hi ha algun estudi científic darrere de la notícia? S’hi ha realitzat un estudi clínic aleatori amb grup control? 2. On s’ha publicat aquest estudi? Si un estudi ens diu que l’homeopatia és una meravella i el publica el “Grup d’amics de l’homeopatia” ja us en feu compte del problema de credibilitat. Els estudis científics han de ser avaluats per experts anònims independents abans de ser publicats. 3. I encara així, heu d’anar més enllà i preguntar: s’han pogut reproduir els resultats d’aquest estudi per algun altre grup d’investigació independent? La replicació dels resultats experimentals és una part fonamental del mètode científic! Pensareu que es una feinada considerable. Ho és! L’escepticisme és ben costós. És molt més fàcil mentir o creure’s qualsevol falòria.

Alguns potser em direu que si el metge prescriu homeopatia i el farmacèutic ho ven, potser tenen





El problema és que les pseudoteràpies sí que poden fer molt de mal.

Les pseudoteràpies baixen l'estàndard de qualitat de la nostra intel·ligència compartida, del pensament crític col·lectiu.

motius de pes. Jo n'hi veig un claríssim i de molt de pes: la mentida no és un mal model de negoci. De fet, amb açò de l'homeopatia hi ha qui està fent l'agost. Ara bé, a l'acte d'obtindre un benefici econòmic mitjançant l'engany cal dir-li estafa. I en el camp de l'estafa mèdica o terapèutica encara reguen a manta i cullen a mans plenes. Malauradament, quan els clients són pacients, s'hi donen les condicions òptimes de necessitat i vulnerabilitat, potser inclús desesperació, per treure'n un bon pessic a base d'engany.

Personalment, no crec que molts pediatres i farmacèutics tinguen un visió tan clara d'allò que fan realment en prescriure o vendre homeopatia. Pot ser ni tan sols s'han preocupat de recercar l'evidència científica al respecte. Ans al contrari, probablement molts es mouen en una certa boira ètica, una zona de grisos imaginària en la qual, si proven a verbalitzar el seu pensament, l'homeopatia "pot ser no fa res però tampoc fa mal i els malalts estan contents o més tranquils".

El problema és que les pseudoteràpies sí que poden fer molt de mal. Per exemple, quan un pacient decideix substituir la medicina científica per una pseudo-teràpia, s'hi exposa a un gran risc. Ja hi ha hagut casos de morts al País Valencià per aquest motiu i s'hi han publicat recentment alguns estudis estadístics que hi quantifiquen el risc d'aquestes pseudo-teràpies. Però el mal que fan les pseudoteràpies va molt més enllà del casos concrets dels pacients que s'hi puguen veure afectats. Les pseudoteràpies baixen l'estàndard de qualitat de la nostra intel·ligència compartida, del pensament crític col·lectiu. Recordem que hem hagut de lluitar durant segles contra l'obscurantisme, la superstició, les pors irracionals i la nostra pròpia ignorància. Generacions de científics s'han hagut d'esforçar per desvetllar els secrets del cos humà i de la natu-

ra per ajudar-nos a combatre malalties i millorar la nostra vida d'una manera efectiva. No podem fer un pas enrere, no podem baixar el nostre nivell d'exigència i tornar a creure en remeis màgics i panacees universals. Això seria perdre la guia, la brúixola de l'escepticisme i la racionalitat que ens ha dut fins ací. Les pseudo-teràpies són, en definitiva, un insult i una amenaça al nostre patrimoni intel·lectual i cultural.

Recentment la conselleria de Sanitat ha començat a combatre l'homeopatia i altres pseudo-teràpies al País Valencià i sembla que a Europa també comencen a moure's davant d'aquesta amenaça. Però més enllà de solucions en forma de regulació o prohibició, fariem mal d'ignorar les possibles causes del ressorgir d'aquestes pseudoteràpies. Potser ens cal (a la comunitat científica i mèdica) fer una mica d'autocrítica i reconèixer que en molts casos la pràctica mèdica actual, degut en gran part a la manca de recursos i temps, deixa de banda l'aspecte emocional, humà, pedagògic, d'acompanyament, de la interacció metge-pacient. Els terapeutes «alternatius» aprofiten aquesta mancança i ofereixen als pacients una narrativa de la seua malaltia fàcil d'entendre, recordar i reproduir, dediquen molt més temps a conversar amb el pacient i a simpatitzar amb el seu patiment.

Tot i que allò que ens contem és fal·laç i el tractament que ofereixen no és en absolut eficaç, el seu tracte personal pot ser atractiu per a qui se sent necessitat d'atenció o compassió. La lluita contra les pseudo-teràpies doncs, va lligada a la lluita per una sanitat pública, gratuïta i universal de la millor qualitat.

Per acabar, un raonament de butxaca per tal que no us emboliquen: si la medicina «alternativa» fos eficaç, no li caldrien cognoms, seria medicina i prou. Prou de falòries.



Mesures mal mesurades

Joan Borja

Director de la Càtedra Enric Valor · Universitat d'Alacant

Entre les mesures de capacitat que tradicionalment s'han fet servir per a la quantificació del blat —i, en general, d'altres cereals, o d'àrids— hi havia el cafís, la barcella i l'almud. A Tortosa i a les illes Balears sembla que una barcella equivalia a sis almuds, però entre valencians se solia dividir en només quatre almuds. Es tractava, en qualsevol cas, d'una mesura de capacitat d'uns 11,76 litres. I cal comprendre, per tant, que el valor d'un almud podia variar significativament segons el territori a què es referia. Una cosa semblant passava amb el cafís, que era la quantitat de gra que cabia en un determinat recipient, de referència local, que s'utilitzava com a mesura d'estandardització en les transaccions comercials d'un determinat mercat. Segons el lloc, per tant, un cafís podia referir-se a una quantitat major o menor de blat. I la confusió podia ser ja definitiva si s'atenia la circumstància que, en unes regions, el cafís podia constar d'un total de 24 barcelles, mentre que en moltes comarques valencianes, en canvi, ofereix una relació d'equivalència amb dues quarteres, és a dir, amb 12 (i no 24) barcelles...

El *Diccionari català-valencià-balear* (DCVB) d'Antoni M. Alcover i Francesc de Borja Moll, a més de recordar que el terme cafís prové, naturalment, «de l'àrab qafiz», ens aporta referències documentals sobre aquest terme. Són referències que fluctuen no solament segons el lloc, sinó també en consideració del producte objecte de la mesura, i atenent igualment si es tracta de mesures que es prenen «rases» o «corrents»: «Caffiç de forment deu esser de XXV barcelles rases, de ferre a ferre; pero de tot Juyn, de forment nouell se mesura a barcelles corrents; e dona hom de forment e d'ordi, XXIII barcelles de blat noueyl per caffiç», s'explica, per exemple, en el *Libre de les Costums Generals Scrites de la Insigne Ciutat de Tortosa*, de finals del segle XIII. Però el DCVB aclareix, igualment: «En el Maestrat i a l'Horta de València, actualment és considerat el cafís de cereals com equivalent a dotze barcelles.»

No és solament al Maestrat i a l'Horta on el cafís valencià equivalia 12 barcelles. L'equivalència de 12 (i no de 24) barcelles per cafís és, en realitat, general a totes les comarques valencianes. Així, per exemple, en *Llocnou de Fenollet. Geografia, història i patrimoni* (2005), els autors Abel Soler i Ramon Yagol recorden que un cafís correspon a 3

talegues, 12 barcelles, 48 almuds i 192 quartons. La *Vilapedia* de Vila-Real consigna en «Mesures de capacitat»: «A la nostra comarca, cada sis faneques equivalien a un cafís (*cahiz* en castellà). La faneca se dividia en dos barcelles, i cada barcella (16,60 litres actuals) eren quatre almuds.»

Són mesures de capacitat centrades curiosament en la dotzena (i no la desena) com a referència per als còmputos, i queden igualment recollides en un aclaridor díptic divulgatiu que, sobre pesos i mesures, recentment ha editat el Museu de Belles Arts de Castelló. S'hi resumeix: «1 Cafís = 6 faneques = 12 barcelles». Igualment, Ramon Tarín constata en *Quaderns d'Investigació d'Alaquas* (1995, p. 151-156), que en el primer quart del segle XX, al seu poble d'Alaquàs hi havia «la mitja barcella, la barcella, l'almud, el mig almud, l'oxava [sic], els quarterons... Quatre mig almuds equivalien a mitja barcella, huit mig almuds, una barcella. La barcella pesava 12 quilos i un almud l'5 quilos. Sis barcelles, un sac de forment de 72 quilos. / Un sac de forment era mig cafís; dos sacs de forment, un cafís. Segons el gènere, la barcella era rasa o a caramull. Els fesols, la dacsca, cigrons, l'ordi, forment, l'avena... per a tot el que era gra s'usava la mesura rasa: s'omplia la barcella a caramull i després s'hi passava una barreta d'una part a l'altra. Ara, si es tractava d'ametles, olives, garrofes o, per exemple, cacau,... s'omplia la barcella a caramull.»

En aquesta mateixa direcció, l'alcoià Eugeni Reig aclareix taxativament, en «Comentaris al Diccionari normatiu valencià (I). Sobre la metrologia»: «Cal explicitar que, en l'antic Regne de València, un cafís tenia dotze barcelles.» També el filòleg Carles Segura, en *Una cruïlla lingüística: caracterització del parlar del Baix Vinalopó* (2013, p. 182), recorda que Pere Barnils, autor de *Die Mundart von Alacant. Beitrag zur Kenntnis des valencianischen* (1913), havia recollit al sud valencià un valor per al cafís «equivalent a 12 barcelles». I, per completar el repertori d'exemples, Emili Llorca, en el blog «La parla d'Oliva» coincideix a explicar que: «L'almud o armud valencià és la quarta part de la barcella i equival a un poc més de quatre litres; cada almud conté 4 quarteronets, i cada quarteronet 8 mesuretets; segons l'antiga mesura de València l'almud era la quaranta-huitena part del cafís.»

Així doncs, aquesta equivalència del cafís com a 12 barcelles pot ser documentalment rastrejada



a Vila-Real com a Benilloba, a Castelló de la Plana com a Elx, a Alaquàs com a Llocnou de Fenollet, a Oliva com a Elx, etc. Es tracta d'una equivalència —aquesta d'1 cafís, 12 barcelles— que també es donava a l'Alt Vinalopó i a l'Alcoià, i que resulta essencial per a entendre una curiosíssima i suggeridoríssima llegenda de Beneixama: la del frares del Pontarró.

En resum, aquesta llegenda es refereix a un mas solitari, el del Pontarró, on diuen que vivien uns frares que comerciaven amb gra. Aquells frares, en morir, van quedar condemnats a fer una vida fantasmal en pena, com a castic per haver estafat els llauradors en les mesures. Així, doncs, no podien entrar a l'infern perquè, com a frares, encara portaven cordons beneïts; però tampoc no podien —òbviament— anar al cel, per culpa dels enganys i les estafes comeses. Vagaven, en conseqüència, pel mas del Pontarró: com ànimes en pena, fent crits, gemecs i sorolls. I contenen que, entre aquests crits, se n'escoltava un d'intrigant que feia: «Onze, cafís!» «Onze, cafís!» «Onze, cafís!» Perquè, segons sembla, aquells frares compraven en vida a raó de dotze barcelles el cafís (tal com pertocava ortodoxament i regularment), però venien el gra, en canvi, mesurant només onze barcelles per cafís. I això era fraudulent. Parlant en plata: era —ja s'entén— la manera de cisar (i robar) una barcella sencera en cada transacció de venda. El cas és que ningú no volia anar a viure a aquella casa encantada del Pontarró, amb els frares fantasmagòrics habitant-ne els alts i cridant: «Onze, cafís!» «Onze, cafís!» «Onze, cafís!» I la gent de Beneixama i de Biar evitava passar-hi. Fins que un home valent es va decidir per fi a superar la por i, després de tractar amb aquells frares fantasmals, els va tallar els cordons beneïts i els en va alliberat. Com a senyal d'aquell fet, diuen que els frares van capgirar la carrasca de davant del mas, de manera que al sendemà va aparèixer amb el cop baix i les arrels cap amunt...

L'escriptor i investigador Víctor G. Labrado, en un incitant treball acadèmic que portava per títol «El rastre valencià del comte Arnau» (La narrativa oral: rondalles i llegendes en l'imaginari col·lectiu contemporani, 2006, p. 51-76) insinuava que aquesta popular llegenda de Beneixama presentava concomitàncies evidents amb el cèlebre motiu del comte Arnau, etnopoèticament documentat a Catalunya i a les illes Balears, però mai no al País Valencià. Cal recordar, en aquest sentit, que el llegendari comte Arnau que apareix voltat de flames sobre el seu cavall de foc es mostra d'aquesta manera tan inquietant perquè ha quedat eternament condemnat —exactament igual que els frares del Pontarró— per les malèvoles estafes que ha comés en vida: «Per soldades mal pagades», diu la cançó. O, segons altres variants: «per pagar mal les soldades», «per somades mal rasades», «per mesures mal rasades», per «mesures mal mesurades», etc.

En un cas i en l'altre —en la llegenda valencia-

La imprecisió i les vacil·lacions en l'estandarització de les mesures jugava antigament a favor de les temptacions i els afanys delinqüencials.

La llegenda dels frares del Pontarró n'és una mostra.

na dels frares del Pontarró com en el motiu català el comte Arnau—, la moral i l'ordre tradicionals condemnen el pecat d'estafar en les mesures (a fi d'enriquir-se il·lícitament) amb la penitència més severa: la d'una condemna sempiterna per a l'ànima pecadora, que haurà de vagar eternament, en pena, sense trobar repòs ni al cel ni a l'infern. La imprecisió i les vacil·lacions en l'estandarització de les mesures jugava antigament —ai!— a favor de les temptacions i els afanys delinqüencials. Tanmateix, ara que el sistema mètric decimal s'ha imposat internacionalment i hi ha aportat una mica d'ordre, les «mesures mal mesurades» es pateixen, a l'hora de la veritat —oblidats els cafissos, les barcelles i els almuds—, en els pressupostos estatals, en les injustícies del sistema de finançament, en la corrupció del sistema polític, en les resolucions dels jutges partidistes, en l'adjudicació desigual d'infraestructures públiques, en la imposició de peatges onerosos, en el rescat d'autopistes amb una despesa de 3718,3 milions d'euros, en la planificació esbiaixada i tendenciosa de les línies de l'AVE, en el despropòsit d'un rescat bancari amb un cost de 60073 milions d'euros per a les arques públiques, en la contínua i continuada evasió d'impostos, en els 4730 milions d'euros que les administracions públiques han pagat a la salut dels promotors del projecte Castor, etc.

Els responsables de tantes «mesures mal mesurades» com hi ha en la nostra contemporaneïtat ben mereixen —com els frares del Pontarró i el comte Arnau— el desfici d'una eternitat incòmoda i vergonyant, sense cel ni infern. Aquesta eternitat serà, precisament, la memòria indigna, abjecta i ignominiosa que ben justament mereixen en l'estimació dels conciutadans. I la condemna sense atenuants en el judici final que les historiadores i els historiadors en faran el dia de demà. Personalment, els frares del Pontarró i el comte Arnau —no sé per què— encara m'inspiren una irracional commiseració i simpatia. I els responsables de les actuals «mesures mal mesurades», perpetrades amb perversitat, premeditació i traïdoria... Tampoc!

Evolució dels sistemes metrològics

Josep Lluís Doménech

Professor de l'IES Antoni Llidó · Xàbia

La història dels pesos i les mesures és un exemple sobre com evolucionen els coneixements. És la història de com a partir d'unes primeres mesures antropocèntriques, sense connexió entre elles, s'ha anat elaborant un sistema metrològic coherent i sofisticat. En aquest camí, que ha sigut llarg, hem guanyat en precisió, però hem perdut en significat. Ara som capaços, per exemple, de donar el pes d'un objecte fins la centèsima part d'1 mil·ligram, un prodigi de la tecnologia, tot i que la immensa majoria de la població l'única cosa que podria dir sobre la centèsima d'un mil·ligram és que és un pes insignificant.

El coneixement científic és el resultat de les activitats humanes, i la història de les mesures palesa també com els interessos i preocupacions de les persones assenyalen el camí a seguir per la ciència.

De les mesures antropomètriques al sistema metrològic tradicional

Quan els humans vivien en col·lectivitats d'uns pocs individus podem pensar que no hi havia tributs i que els intercanvis comercials eren escassos. Amb l'augment del nombre d'individus de la tribu, degueren aparèixer els tributs i augmentar el comerç, llavors degué sorgir també la necessitat de quantificar, mesurar, les quantitats que s'havien d'aportar a la comunitat o als jerarques o que s'intercanviaven.

A l'hora de mesurar, què més senzill que utilitzar les parts del nostre cos. Aquest ús ha estat una constant al llarg de la història, i no s'ha limitat a l'antiguitat. Galileu, al segle XVII, va usar els bàtecs del cor per a mesurar el període d'oscil·lació d'una làmpada; al segle XVIII, els sanadors detectaven la diabetis pel sabor dolç de l'orina; i encara ara solem usar el contacte per decidir sobre la temperatura d'un bany d'aigua.

En el cas de longituds i distàncies, la gent usà el dit, el pam, la passa, etc. El títol d'una cançó dels anys 70 del segle passat feia referència a un mànec d'aixada de tres pams i mig; «hem d'escurçar tres dits els camals dels pantalons», és una expressió familiar.

Un tret distintiu és que el patró a usar depenia de la grandària que s'anava a mesurar, de manera que hi havia una relació entre ambdós. En un document de 1518 es parla d'un ciri de cinc pams de llarg i cinc dits d'ample^[1]. La connexió entre patró i objecte palesa que les mesures menors no eren vistes com a submúltiples de les majors.

El sistema antropomètric era còmode, tots el portaven al damunt i era universalment comprés. Les diferències individuals no hi tenien massa importància perquè no es requeria massa precisió. Les mesures antropomètriques són imprecises i canvien al llarg de la vida, però ens permeten resoldre la majoria dels problemes a què ens enfrontem a diari. En les tasques en què no hi havia implicada cap altra persona era satisfactori usar el peu o el pam propis per a mesurar, però això no era així quan eren diverses les persones afectades i calia millorar la precisió. És per això que amb el temps anaren imposant-se uns valors comuns per a les mesures. D'aquesta manera, es passà d'un «pam», una «passa», etc., individuals, al «pam», la «passa», etc., col·lectives.

Aquest canvi, que avui qualificaríem de trivial, tardaria milers d'anys a ocórrer, i és que suposa una evolució en el coneixement passar de pams concrets al pam genèric, i això perquè prèviament s'ha d'abstraure que productes qualitativament distints, com ara una tela o una corda tenen una propietat comuna, la longitud. L'evolució cap a mesures genèriques vindria impulsada per la necessitat de disposar, a l'hora de comerciar, d'un conjunt de subunitats que hi millorara la precisió. D'aquesta manera anaren establint-se relacions entre les diferents mesures, i construint-se un sistema metrològic. Així, pel que fa a les mesures de longitud, al segle XVIII, tant a València com a Castella la vara tenia 4 pams, el pam 12 dits i el colze mitja vara, encara que les grandàries en ambdós llocs eren diferents: 12 pams, peus, o vares de València equivalien a 13 de Castella^[2].

Per a la mesura de distàncies petites, per a les quals no servien les parts del cos, s'usaven grans de cereals, bàsicament de civada, per ser bastant regulars i de fàcil accés per a tothom. La relació entre el dit i el gra (un dit era l'espai que ocupaven 4 grans de civada posats en contacte), incorporava ambdós al sistema metrològic. Per a distàncies grans s'usaven mesures relacionades amb activitats humanes: *estar a tir de pedra, fins on arriba la vista, a un dia de camí*, etc.

Inventar les mesures de pes, volum i superfície, suposà un altre salt conceptual ja que a més d'elaborar aquests conceptes, s'hagué d'anar més enllà del cos humà. Per a les mesures de pes petites es tirà mà, de nou, dels grans de cereals: «*La onza tiene 4 quartos. El quarto 4 adarmes. El adarme 36 granos.*»^[2] Per als pesos majors s'usaven activitats



humanes o d'animals, una càrrega (el pes que una bèstia podia transportar) tenia 3 quintars, el quintar 4 arroves, l'arrova 25 lliures, la lliura 16 onzes.

En les mesures de pes trobem un altra mostra de la connexió entre mesura i producte. Així, el valor de la lliura depenia de què és pesava. A València, a mitjans del segle XIX, mentre que la lliura de carn era de 36 onzes, la de verdura i fruits era de 16, la de peix de 18 i la d'oli de 12. També eren diferents l'arrova de farina i la d'oli. Els medicaments, com que s'adquirien en quantitats petites, no només es pesaven en balances menors, sinó que també els patrons eren menors, tot i mantenint el nom: mentre que la lliura ponderal equivalia a 9216 g, la medicinal equivalia a 6912 g^[3].

Els àrids i grans no es mesuraven pel pes sinó per la capacitat d'algun recipient. Això seria perquè els recipients estaven més a l'abast de les persones que no les balances, que, a més, exigien d'una major tecnologia.

La mesura de grans i àrids constituïa un motiu de disputes freqüent. I és que la quantitat de gra que cap en un recipient depèn de l'altura des d'on se'l deixa caure (com més amunt, més s'atapeix el gra, i més en cap), de la grandària de la base del recipient (per a una capacitat donada, com menor siga la base, major serà l'altura, i com que el gra s'atapeirà més, més gra hi haurà), i de si sacsem o no el recipient (si el sacsem disminuïm els buits entre els grans, de manera que hi haurà més grans).

En el cas de productes en pols, com ara la farina, el contacte entre els grans és major que en el cas de fruits secs o llegums, i per compensar els buits es mesurava de diferent manera: mentre que la farina s'enrasava (amb un pal de fusta cilíndric, *arrasador*), els fruits secs es mesuraven amb caramull. Com que el caramull que cap en un recipient està relacionat amb la grandària de la base, ací trobem un punt de fricció.

Al segle XVIII, les mesures d'àrids i grans més usades eren la faneca, la barcella i el celemí. Una faneca equivalia a 12 celemins, una barcella a 4 celemins i un caffès a 12 barcelles. També ací les grandàries dels recipients variaven d'uns llocs a altres: 13 celemins de València n'eren 12 de Castella; 48 celemins de València n'eren 42 d'Aragó, etc.



Barcella, mitja barcella i almud.



Perfil que servia de model per a fabricar les barcelles (façana del palau arquebisbal de València)

Els líquids es mesuraven pel volum d'algun recipient. A València la càrrega de vi i de vinagre era de 15 cànthers, o arroves, i el cànther tenia 4 quartes. En el cas de l'oli, la càrrega era de 12 cànthers, encara que allò més habitual era mesurar l'oli pel pes.

Als primitius també els devia resultar complicat mesurar els terrenys. Avui quantifiquem el terreny per la superfície, però en l'antiguitat aquesta magnitud no proporcionava una bona estimació d'un terreny. Per als avantpassats dues parcel·les de la mateixa extensió podien ser diferents si, per exemple, una era plana, i l'altra esquerpa, ja que, per a l'obtenció del producte, en el segon cas el treball en preparar el terreny era major. També les diferències eren grans si la fertilitat dels sòls era distinta: per a aconseguir la mateixa collita calia una menor quantitat de llavor en el camp més fèrtil. És així que la mesura del treball o la sembra eren una millor estimació d'un terreny.

Per a la mesura del terreny pel treball s'usava el jornal, (el terreny que un parell de bous llauraven en un dia), o la jovada (6 jornals), i per a la mesura a partir de la sembra s'utilitzava un derivat del nom del recipient usat per mesurar el gra. Així, una fanecada era l'extensió de terra que es podia sembrar amb una faneca de gra; d'una manera semblant es definia la cafissada.

Les dues maneres de mesurar el terreny es podien usar simultàniament en un mateix lloc, encara que allí on les extensions de les parcel·les eren grans, també solien ser-ho les unitats usades. Tradicionalment, en les zones de regadiu del País Valencià, on allò distintiu ha estat el minifundisme, s'ha usat la fanecada, mentre que en les zones de secà, on les parcel·les són més grans, s'ha usat la jovada (equivalent a 36 fanecades). Segons l'enquesta de 1880^[4], a moltes comarques de Castelló la mesura més usada era el jornal. En la nostra comarca, excepte el jornal que deien utilitzar a Calp, en la resta de llocs es feia servir la fanecada.

Per fer-nos una imatge completa de la situació metrological direm que en el període feudal era usual que els comerciants usaren mesures diferents segons que compraren o vengueren, o que mesuraren de diferent manera en un cas que en l'altre

[5]. Així, podien comprar a caramull i vendre al ras. Aquesta manera de procedir palesa que per a la gent preindustrial allò immutuable en una transacció era el preu, i no la quantitat de producte, com considerem actualment.

Per acabar, en els intercanvis anteriors al segle XX, a l'hora de comptar, allò habitual eren les agrupacions vigesimal (en base al 20), decimosenàries (en base al 16), i, més freqüentment, les duodecimals (en base al 12). L'avantatge dels tres sistemes és el gran nombre de divisors que admeten.

Des del punt de vista actual, la descripció anterior pot fer-nos pensar en un caos de patrons, en una torre de Babel metrològica que feia impossible aclarir-se. Tanmateix, és un error apropar-nos al passat amb els ulls del present. Al llarg de la història el comerç ha estat pràcticament al mateix nivell, un nivell raquític, i ha sigut en els últims 300 anys quan l'intercanvi de productes ha augmentat exponencialment. És així que, com que els desplaçaments de les persones eren curts, les persones solien viure allí on naixien, i en ser el comerç escàs, no s'apreciaven inconvenients en el fet que en distints llocs s'usaren patrons un poc diferents.

El sistema metrològic tradicional és un sistema creat per l'experiència empírica de generacions de persones i constitueix una gran realització de la cultura matemàtica popular [4]. És un sistema que complia allò que se li exigia: utilitat (servia als homes en el seu treball, i permeté, també, construir grans esglésies, palaus, etc.), comoditat (fàcil de transportar i a l'abast de tothom) i significat (els analfabets, la gran majoria, podien fer-se una idea de la llargària de, per exemple, una porta de 20 pams, o del preu d'un terreny de 5 jornals).

El Sistema Mètric Decimal

Si importants són les mesures, no ho és menys la institució que està al càrrec de la metrologia. En la societat feudal, la metrologia estava monopolitzada pels senyors, i eren les mesures que cada senyor tenia, i guardava, les que s'usaven per a resoldre els plets que sorgien. Es donaven, per tant, les condicions no sols perquè els camperols sospitaren d'enganys, sinó també perquè ocorregueren (si volien augmentar la recaptació, els senyors augmentaven les mesures, i si volien atraure nous pobladors, les disminuïen) [5]. És així que les disputes entre camperols i senyors sovintejaven. En diverses ocasions els monarques havien intentat aprofitar el malestar dels camperols, per guanyar poder als senyors proposant sistemes metrològics únics per a tot el regne. Des del segle XII, intents unificadors importants foren impulsats per Alfons X, Alfons XI, Joan II, Felip II i Carles IV. En tots els casos el resultat fou el fracàs, i no seria fins el segle XIX quan d'una manera decidida es mamprengué la unificació.

La gènesi del sistema mètric que acabà imposant-se s'esdevingué a França i és ací on hem de cercar les condicions que el feren possible. En els

Cahiers de doléances ('Quaderns de queixes') que, el 1789, Lluís XVI va encarregar als estaments de l'estat per tal de conèixer les seues inquietuds, és una constant la demanda d'unificació de les mesures, i això per diferents raons. D'una banda, hi havia les queixes pels abusos i estafes dels senyors en l'ús de les mesures a l'hora de determinar els tributs, Kula, 1980:

«*Cuando llevamos el grano al granero [del señor], allí nos espera una medida muy grande*» (Kula, 1980).

«*La medida señorial crece de año en año*» (Kula, 1980).

En altres casos, s'assenyalaven les dificultats que per al comerç suposava la diversitat metrològica:

«*La diversidad de las medidas y las pesas, tanto dentro de los límites provinciales como dentro de los del reino, es el mayor inconveniente para el comercio, tanto por las dificultades que provoca en la contabilidad, como por las sorpresas que causa en el mercado*» (Kula, 1980).

També hi ha el despertar d'un sentiment nacional, és a dir, el sorgiment en la gent d'un desig per ser francesos. Aquest sentiment implicava, entre altres coses, la unificació de mesures. Són reveladores les declaracions següents:

«*El mismo orden legal, la misma pesa, la misma medida, los mismos impuestos [es decir], una mayor uniformidad en todo, traería consigo una mayor unidad entre todos los habitantes. Tanta diversidad en las costumbres influye sobremanera en los caracteres*».

«*Que por fin en todas las provincias sean obligatorias las mismas costumbres, medidas y pesas a fin de conseguir la armonía tan deseable entre todos los súbditos de la nación*».

«*Queremos que exista el mismo orden legal, la misma pesa, la misma medida, los mismos impuestos; queremos finalmente una mayor uniformidad en todo, lo que traería consigo una mayor unidad entre todos los habitantes. Tanta diversidad en las costumbres influye sobremanera en los caracteres*».

En la conjunció tant del malestar pels abusos dels senyors, com la demanda de potenciar les relacions comercials i el sorgiment del nacionalisme trobem motius per a substituir les diferents variants del sistema metrològic tradicional per un únic sistema, però això haguera estat impensable sense la Declaració dels drets de l'home i del ciutadà, proclamada durant la Revolució Francesa, i que igualava els homes davant la llei. Si tots eren iguals davant la llei, també la llei havia de ser la mateixa per a tots, i això significava l'existència d'un únic sistema metrològic.

En un altre lloc presentem d'una manera detallada el sistema mètric decimal, ací ens limitarem a les grans innovacions que introdueix. Dues són les grans innovacions del sistema: a) totes les mesures



es basen en la de longitud, *el metre* (d'ací, el nom sistema *mètric*); b) per a definir la longitud del metre es decidí recórrer a la natura. Amb açò no sols s'assegurava la seua immutabilitat (en cas de pèrdua del patró, se'l podia tornar a obtenir recorrent a la natura), sinó que també es facilitava l'acceptació per la resta de països (per tots els llocs passa un meridià). Gabriel Ciscar ressaltà la racionalitat il·lustrada d'aquesta manera de procedir quan es referí a l'arbitrarietat del sistema tradicional:

«...*los modelos de que se ha hecho uso hasta el presente para las medidas han sido arbitrarios, sin más fundamento que el capricho de los que las han establecido.*»^[6]

Encara que alguns defensaren utilitzar la longitud del pèndol que bat segons com a patró, s'imposà definir el metre com la deumilionèsima part del quadrant del meridià que passa per París. Les superfícies es mesurarien amb unitats quadrades. Els volums en unitats cúbiques. La unitat de capacitat, *litre*, es definí com el volum del líquid contingut en d'un cub d'un decímetre de costat. La unitat de pes, *quilogram*, seria el pes de l'aigua, a 0 °C de temperatura, continguda en un cub d'un decímetre de costat.

Parem ara atenció als salts qualitius associats al nou sistema. En primer lloc, és un sistema artificial i abstracte. La grandària del peu o del pam no era la llargària d'un peu o d'un pam concrets, però s'aproximava bastant a la llargària de qualsevol peu o pam, tanmateix, la longitud del metre no té res a veure amb longituds pròximes als humans, o a les seues activitats. Entendre el significat de metre exigeix saber què és un meridià, quina és la seua longitud i què és la deumilionèsima part d'alguna cosa. Tot açò era desconegut per a la immensa majoria de la població de finals del segle XVIII, i ho és desconegut encara ara per a molta gent. El resultat és que de la definició del metre ningú no pot fer-se una idea de la seua grandària. És així que el metre és una mesura abstracta i, com que és el patró usat per a definir la resta de mesures, també aquestes ho són.

Les denominacions de les mesures suposen un altre salt. No solament es tractava de la introducció de nous termes per als patrons, *metre*, *gram* o *litre*, sinó també dels prefixos grecs i llatins que s'usen per als múltiples (*deca*, *hexa* i *quilo*) i submúltiples (*deci*, *centi* i *mil·li*), respectivament.

L'adopció del nou sistema exigeix també un canvi en allò que es considera immutable en una transacció. Si el què caracteritza un objecte són les dimensions, o la quantitat, el preu deixa de ser la magnitud invariable en el comerç. Suposa un salt passar de pensar que allò rellevant en la determinació del valor d'una parcel·la no és el treball que s'ha de fer per a obtenir els fruits, o la quantitat de gra que s'ha d'usar, sinó la grandària del terreny. També, ara tots els productes es mesuraran al ras.

L'adopció del SMD suposà un salt qualitatiu formidable i es necessità de les ments més brillants del moment per a realitzar-lo.

Suposa un salt passar de pensar que allò rellevant en la determinació del valor d'una parcel·la no és el treball que s'ha de fer per a obtenir els fruits, o la quantitat de gra que s'ha d'usar, sinó la grandària del terreny.

Junt a les noves mesures està l'adopció del sistema decimal: per a una població majoritàriament analfabeta, el nou sistema era difícil d'acceptar. En primer lloc perquè el deu sols és divisible per dos i per cinc, i per a les transaccions comercials és més útil el sistema duodecimal, o el vigesimal, i això perquè el dotze, o el vint, presenten més divisors.

A més, hem de comptar les dificultats associades a haver d'operar amb nombres decimals. En el segle XIX s'usaven els nombres mixtos per a expressar els resultats de les divisions. Així, la divisió 7 entre 3 és 2 i 1/3 (és ben clar el significat d'aquest resultat: quan repartim 7 objectes entre 3 persones a cadascuna li'n corresponen 2 i la tercera part d'un). Tanmateix, el domini del sistema decimal exigeix disposar de coneixements d'aritmètica, ja que també es divideix el residu. Una prova de les dificultats que aquest canvi suposava és que el 1900, la Secretaria d'Hisenda de Mèxic va demanar al Departament de Peses i mesures autorització perquè els funcionaris de duanes (gent formada) seguien usant els nombres mixtos, i no els decimals, per tan estrany com els resultava la numeració decimal^[7].

Coneixedors d'aquestes dificultats, els governants decidiren l'alfabetització de la població com a requisit per a l'acceptació del sistema mètric decimal. El 1857, vuit anys després que Isabel II implantara l'ús del sistema mètric decimal, es promulgà la primera llei reguladora de l'educació, la *lleí Moyano*. En aquesta llei, que declarava com a obligatòria l'educació entre els 6 i els 9 anys (ensenyament primari), es manava l'estudi de l'aritmètica i del SMD a l'escola primària.

El sistema tradicional perdura encara

La construcció dels coneixements exigeix temps i debat entre els científics, i més temps cal perquè els coneixements passen a ser incorporats per la població (si és que això ocorre). A favor de l'adopció del sistema mètric decimal ha jugat el fet que la mesura és una activitat que tots realitzem a diari, però sobretot han contribuït l'escola i l'actitud (coercitiva?) de l'Estat. Tot i això, encara queden restes del sistema tradicional per tot arreu (i no estem referint-nos al fet que la primera potència econòmica mundial, EUA, no l'haja adoptat). Vegem-ne alguns exemples.

Sovint, la llenya que s'usa per a escalfar les cases es comercialitza pel volum i no pel pes.



Venda de llenya pel volum.

Encara ara, no és estrany veure anuncis de les autoritats en els òrgans de comunicació oficials sobre la necessitat d'utilitzar el SMD. Així, en el reglament del mercat de municipal de Banyeres de Mariola, s'adverteix de la necessitat d'usar instruments ajustats al Sistema Mètric Decimal (BOP d'Alacant, 2013, article 37).

En el camp valencià la fanecada i l'arrova encara són unitats d'ús generalitzat, i això no només entre els llauradors, sinó sovint també entre les autoritats. En l'ordre del Ministeri d'Agricultura, ali-

mentació i medi ambient que homologa el contracte tipus de compravenda de la collita de taronges, s'indica que la superfície s'expressarà en «*hectàreas o hanegadas*», i la quantitat de taronja en «*Kgs o arrobas*» (BOE, 9/6/2016). Val a dir que l'ús de mesures no mètriques en el BOE, el mitjà oficial de comunicació de l'estat, vulnera el Decret de 2009 (publicat en el BOE) on s'estableixen les unitats legals i obligatòries de mesura a Espanya.

En les receptes de cuina continua sent habitual utilitzar *la mesureta d'oli, la cullereta de cafè o el got d'aigua*. La *cullereta* és també utilitzada com a mesura de medicaments. Fet aquest que ha portat, el 2014, al NIH (l'institut de salut nord-americà) a recomanar als laboratoris a indicar les dosis de medicament a ingerir pels xiquets només en mil·lilitres, i no en culleretes, i això per tal d'evitar errors en la dosificació.

En relació a considerar com a immutables les dimensions i no el preu, val a dir que, fins la segona meitat del segle XX, ha sigut tradicional l'encariment del pa no per l'augment del preu sinó per la disminució del pes. El 4 d'agost de 1934, el periòdic madrileny Luz informava que «*Un kilo de pan sólo tendrá 900 gramos, diga lo que diga el sistema métrico decimal*».

Encara que inicialment hi hagueren intents per mesurar el temps i els angles en el sistema decimal de numeració, en aquests casos ha continuat usant-se el sistema sexagesimal. Tampoc les talles del calcer ni de les prenes de roba no s'expressen en unitats mètriques.



Rellotge decimal del segle XIX.



Talles de calcer en diferents països.



ELS SISTEMES METROLÒGICS I LES ETAPES DE DESENVOLUPAMENT COGNITIU DE PIAGET

És difícil no veure en l'evolució metrològica les etapes que el psicòleg suís Jean Piaget proposà, en la primera meitat del segle XX, sobre el desenvolupament cognitiu dels xiquets. En relació a la mesura, l'etapa sensoriomotora de la humanitat correspondria al període de vida en petits grups, període en què no es mesurava. L'etapa preoperacional, on predomina l'egocentrisme, correspondria a l'ús del meu peu, meu pam, etc. L'etapa de les operacions concretes seria la de l'ús del peu, el pam... genèric, el mateix per a tots. L'etapa de les operacions formals correspondria a l'ús del sistema mètric, on les mesures són abstractes.

Ens trobem amb una evidència manifesta de l'existència d'un paral·lelisme entre l'aprenentatge ontogènic i l'adquisició filogènica.

Hem de dir que es tracta d'un model que ha sigut qüestionat, sobretot pel que fa a si les etapes són fixes o si són independents dels estímuls que reben els xiquets, però d'una manera laxa el podem acceptar.

Segons Piaget, el desenvolupament cognitiu passa per quatre etapes. En la sensoriomotora (aproximadament, fins els dos anys) els xiquets aprenen a percebre els sentits i la capacitat per a interactuar amb el món. En aquesta etapa aprenen a manipular objectes a acceptar que els objectes continuen existint quan els deixem de veure. En l'etapa **preoperacional** (entre els dos i els set anys) els xiquets usen el llenguatge i les imatges per a interactuar amb els objectes. En aquest període predomina l'egocentrisme, són incapaços d'adoptar el punt de vista dels altres: el món és com jo el veig. En l'etapa de les **operacions concretes** (dels set als onze anys), el xiquet aplica la lògica, aplica principis, es passa dels instints al pensament racional. Tot i això, el pensament està lligat a l'operació concreta que es realitza. Els xiquets comencen a agrupar: hi ha animals de quatre pates, que lladren... tots són diferents, però en tots els casos es tracta de gossos. En l'etapa de les **operacions formals** (a partir dels 12 anys), hi ha capacitat d'abstracció, poden fer hipòtesis.

A tall de conclusió

En essència podem dir que la humanitat ha disposat de tres sistemes metrològics. Primera, hi havia un conjunt de patrons: el peu, la mà, la passa... de cada individu. No hi havia relació entre les mesures, entre el peu, la mà o la passa, i la mesura a usar depenia d'allò què s'anava a mesurar.

Amb el temps, es passà a uns patrons genèrics. Continuava utilitzant-se el peu, però ja no era un peu concret, sinó un peu abstracte. El peu de qualsevol persona no tenia perquè coincidir amb la longitud d'aquest peu, encara que s'aproximava bastant. Acceptar açò suposà haver construït el concepte de longitud (i de superfície, volum, capacitat i pes), per a la mesura de la qual només necessitem un patró. Els diferents patrons d'una magnitud són vistos com a múltiples i submúltiples. Podem parlar d'un sistema metrològic.

L'adopció del SMD suposà un salt qualitatiu formidable i es necessità de les ments més brillants del moment per a realitzar-lo. El patró de longitud es definí en relació a un concepte abstracte, el meridià. Ningú no tenia idea de la llargària d'un meridià, ni tampoc veia meridians enlloc. A més, els patrons de superfície, volum i pes es definiren a partir d'una magnitud, la longitud. El resultat fou la construcció d'un sistema majestuos: racional, coherent i precís (amb la tecnologia de finals del segle XIII, la precisió arribava a la centèsima del mil·límetre), però amb un punt feble: les mesures havien perdut el significat. Aquest és el preu que sovint s'ha de pagar per a acceptar els nous coneixements.

1. La unificació impulsada per Carles IV fou en 1801, quan els francesos, amb la participació dels espanyols Gabriel Ciscar i Agustín de Pedrayes, ja havien acordat el sistema mètric decimal.
2. Totes les declaracions estan tretes de Kula –referència (5).
3. Una mostra de la dificultat dels ciutadans per adoptar les noves unitats és que, quasi vint anys després de la implantació de l'euro, continua utilitzant-se la pesseta en el comerç de la taronja, i això en una societat totalment alfabetitzada.

Referències bibliogràfiques

- (1) Diccionari català-valencià-balear, IEC.
- (2) J. B. Corachan, 1719. Aritmetica demostrada teorico practica. Ed. Juan Piferrer.
- (3) A. Alavera, 1834. Consultor métrico y monetario. Libreria de D. Leon Pablo Villaverde.
- (4) F. Ros, 2004. Así no se mide. Secretaria General Técnica. Ministerio de Cultura.
- (5) W. Kula, 1980. Las medidas y los hombres. Siglo XXI.
- (6) E. La Parra, 1995. El regente Gabriel Ciscar. Compañía Literaria, S.L. c
- (7) H. Vera, 2011. Medidas de resistencia y movimientos sociales en contra del sistema métrico. En H. Vera & V. García. Acosta (eds.), Metros, leguas y mecatas. Historia de los sistemas de medición en México.

De les propostes (s XVIII) a la fabricació de mesures a València (s XIX)

Antoni Espinós
Fundació CIRNE

El 31 d'octubre de 1863 Francisco Malabouche dirigia a la Societat Econòmica de Amigos del País de València el següent escrit:

«Exmo. Sr.

Francisco Malabouche tiene el honor de remitir a Sociedad de amigos del país que V. I. tan dignamente preside los objetos del sistema métrico decimal construidos en su fábrica, calle del Portal Nuevo, número 11, que han de servir de tipo para la nación.

El que suscribe desea merezcan la aprobación de esa Ilustrada corporación i oirá con gusto cualquier reparo que sobre los mismos se digna hacerle.

Medidas de madera:

Un doble decímetro

Un metro

Hecolitre-medio hectolitro-doble decalitro-decalitro-medio decalitro-doble litro-litro-medio litro-doble decilitro-decililitro-medio decilitro.

Pesas de hierro:

Un decámetro

Un comprobador

Un juego de pesas de 50 kilogramos a 50 gramos.

Objetos de latón:

Un metro con su caja

Un juego de pesas desde un kilogramo a bajo, con caja.- Uno id. de medidas de caldos de un decalitro a un centilitro.

Objetos de hoja de lata:

Un juego de un doble litro a un centilitro.

Dios gu[ar]de a V. I. m[uchos] años.

Valencia 31 de octubre de 1863.

Fco. Malabouche»

Qui era aquest industrial d'origen francès establert a València l'any 1852? Per l'escrit del mateix Malabouche [1] sabem on tenia la fàbrica i que estava ben equipada. En els amples tallers "construidos al efecto" treballaven 150 operaris, dels quals solament 10 eren estrangers. Les diverses màquines instal·lades eren modernes, de gran precisió i «reciben todas su movimiento por un vapor de fuerza nominal de seis caballos de sistema muy sencillo y caldera vertical de dimensiones muy reducidas...»

Amb aquestes novedoses instal·lacions i la pròpia experiència Francesc Malabouche havia situat

la seua empresa entre les pioneres no sols del País Valencià sinó de l'estat espanyol en la implantació del nou sistema mètric decimal, fins competir amb altres fàbriques estrangeres i guanyar el 1863 el concurs internacional promogut per l'estat espanyol «para la construcción de 600 colecciones de pesas y medidas tipos» destinades a les capitals de província i districtes judicials.

A més dels pesos i mesures tipus, Malabouche fabricà de manera exclusiva tota classe d'instruments de mesura –bàscules, balances, romanesper a les administracions públiques.

En efecte, el nou *Sistema Métrico Decimal* implantat el 1848 obligà a la difusió, no sols del coneixement i funcionament pràctic del sistema, sinó també al repartiment de mesures patró per tot l'estat per tal fomentar el seu ús. Tot i això, les fortes arrels de les tradicions mercantils impedièn que una societat ruralitzada i apegada a les tradicions trencara de sobte amb un sistema de mesures que havia protagonitzat el comerç i la indústria des del principi dels temps històrics. No era fàcil convèncer els ciutadans que les mesures fins ara relacionades amb les mides i capacitats humanes i amb la producció agrària, serien a partir d'ara resultat d'una mida inalterable, batejada amb el nom de *metro*, igual per a tothom –i molt pareguda a la vara tradicional–, de la qual derivarien totes les altres mides de capacitat, pes i longitud.

Però si la diversitat estava molt arrelada, sempre hi hagué intents d'unificació per tal d'aclarir i millorar les relacions mercantils i, sobretot, facilitar el control fiscal i monetari per part de reis i senyors, amb la finalitat de fixar taxes i càrregues dominicals. Perquè des de la conquesta cristiana el tracte comercial va ser un dret reial i senyorial, el control del qual era cedit o arrendat a tercers, no sols per al cobrament d'impostos sinó també per evitar falsedats del fidel i els seus derivats ponderals i els frau en els actes de compra-venda; per establir, guardar i fer guardar el tipus fidel de totes les mesures oficials, i per consignar la correspondència entre els pesos, mesures i moneda propis i els forasters. Al País Valencià va ser el *mostassaf* l'encarregat reial d'aquest control i recaptació.

Pel que fa als intents d'unificació també trobem al País Valencià propostes a partir d'un patró objectiu i universal. Antonio Bordazar d'Artazú, impressor, polígraf, i amic de Gregori Mayans, estampà, el 25 d'abril de 1741, la següent *Proposición que se hace al rei nuestro Señor para el establecimiento*





1. Mesura del patró del litre. 2. Quilogram en forma de gots niuats.
3. Extrem del primer metre patró.

No era fàcil convèncer els ciutadans que les mesures fins ara relacionades amb les mides i capacitats humanes i amb la producció agrària, serien a partir d'ara resultat d'una mida inalterable, batejada amb el nom de metre.

de las medidas y pesas comunes, a fin de que sean universales e inalterables en los dominios de Su Magestad i en los tiempos venideros [2].

La proposta –quatre planes impreses– era «...*que la Vara Real sea la longitud del Péndulo Horario*»; és a dir, que la mesura tipus de la vara fóra la resultat de la longitud d'un pèndol que donara 3600 oscil·lacions en una hora. Segons Bordazar, el qual cita els experiments de Cristhiaan Huygens, Pedro Hurtado de Mendoza i del català Bernard Forest de Belidor, i explica com aconseguir l'esmentada mesura amb exactitud, «*seria una medida de longitud cierta, fija, permanente e inalterable...*» de la qual derivarien el peu –tercera part de la vara–, totes les altres mesures majors i menors de longitud, i també les d'àrids i líquids, simplement cubicant la longitud: per exemple, que «*el cántaro de vino o aceite, u otros líquidos fuese del palmo real cúbico...*».

En canvi, la mesura patró de pes, relacionada aleshores amb les magnituds monetàries d'or i plata es trobaria a través de la hidrostàtica: pel pes de l'aigua desplaçada per un sòlid –or, plata– de pes i volum determinats.

La proposta de Bordazar no trobà cap valedor i va ser un més de tants intents de trobar una unitat patró. Seria a finals del segle XVIII quan es faria realitat l'empenyiment científic per trobar una mesura universal i duradora.

1. Millor, mitges oscil·lacions, ja que per oscil·lació entenia Bordazar el moviment del pèndol d'un extrem a l'altre, i no com el moviment de vaivé que acceptem en l'actualitat.

Referències bibliogràfiques

- (1) R.S.E.A.P.V. – Fondo Patrimonial, caixa 158, lligall V, sig. 02.
(2) B. V. /N.P. XVIII/F 150 1

amjasa
aigües municipals de xàbia, s.a.

Camí Cabanes, 88
Tel. 96 579 01 62 / Fax 96 579 38 81
Apart Postal, 56 · 03730 **Xàbia** (Alacant)
amjasa@amjasa.com

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.

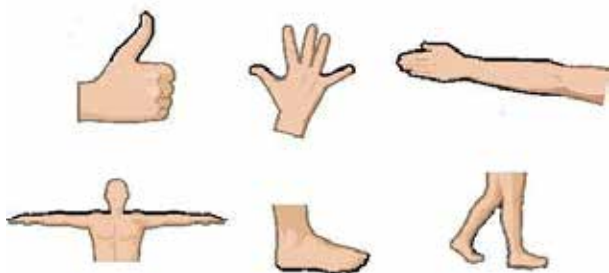
Per a mesurar hem de comparar l'objecte de mesurament amb un patró establert i aquest patró l'anomenarem *unitat de mesura*. Així si diem que una taula té una llargària de 3 pams, estem comparant la llargària de la taula amb la del nostre pam.

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'establia 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 Mechain i Delambre. El quilogram es defineix com la massa d'un decímetre cúbic d'aigua a 4^oC.



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 0^oC 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.

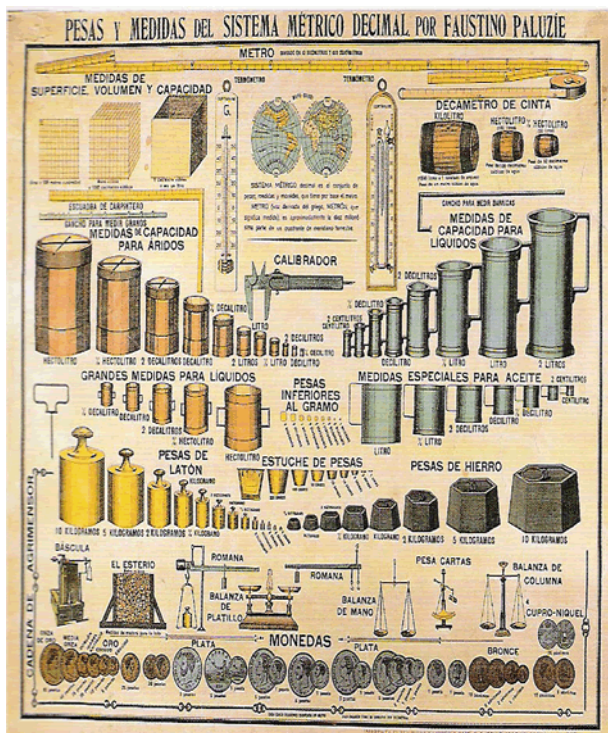
Es crea una Comissió de Pesos i Mesures amb la funció de garantir la reforma empresa per l'Estat i de la qual van formar part científics destacats i també alguns polítics. El primer dels seus treballs va ser el d'aconseguir prototips acreditats del metre i del quilogram.

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.

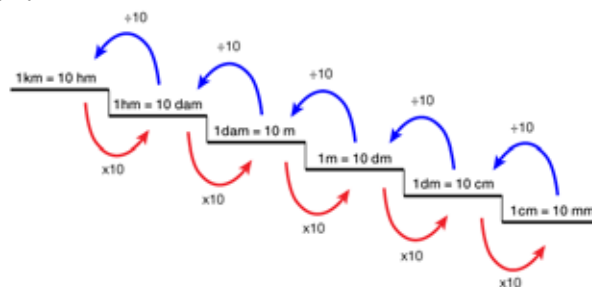
La unitat fonamental d'aquest sistema és el METRE, deumilionèsima part del quadrant del meridià terrestre que passa per París, i aquesta és la raó per la qual l'anomenem sistema mètric.

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
----	----	-----	----	----	-----	---	----	----	----

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

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

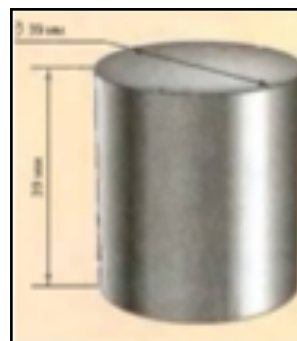
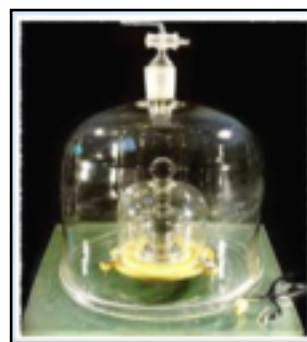
$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

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

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

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

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



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.

Algunes consideracions matemàtiques al voltant del Sistema Mètric Decimal

Florencio Burrel

Escola de Matemàtiques de la Marina Alta

Imaginem que estem vivint a Espanya, o en un altre país europeu on s'instaurà el sistema mètric decimal, al segle XIX. Que portem tota la vida mesurant i pesant amb unitats utilitzades al nostre voltant des d'abans que nasquèssem... I, de sobte, el ministre d'Economia de torn publica un edicte per informar a tot el país que, a partir del 19 de juliol de l'any 1853, l'Estat deixarà de mesurar amb vares castellanès, toeses i unes altres unitats de mesura utilitzades a cada comarca, i adoptarà com a unitat de mesura de longitud el metre. A més, també hi haurà una nova mesura de pes que s'anomenarà *gram* (al principi es definí *el greu*, que equivalia al quilogram) i de capacitat es prendrà com a unitat de referència *el litre*. Posteriorment es prengueren altres unitats per a altres activitats de mesura noves. Sens dubte, la implantació del Sistema Mètric Decimal hagué de ser una gran revolució per als ciutadans. Encara que quedà amagada per altres grans esdeveniments del moment, la seua influència en la vida de les persones s'aprecia quan pensem en les vacil·lacions que tingueren molts països a acceptar-la.

No només s'imposaven noms nous d'unitats, sinó que també era nova les seues dimensions. Però el més complicat fou que apareixien múltiples i divisors diferents dels que s'havien utilitzat fins aleshores. És probable que les principals dificultats aparegueren en intentar que els ciutadans entenguessen i feren servir aquests conceptes nous.

El motiu principal del canvi era evitar la varietat d'unitats distintes que s'utilitzaven a cada comarca de cada país, així com la diversitat de divisions i subdivisions que calia utilitzar. Per exemple, una mesura de longitud coneguda als àmbits internacionals era la toesa francesa que mesura 6 peus, un peu era 12 polzades, una polzada 12 línies i 1 línia 12 pistes. Està clar que aquestes subdivisions tenien el fi de facilitar les particions que es feien de la unitat. Per exemple, si 1 toesa són 6 peus, mitja toesa seran 3 peus, $1/3$ de toesa 2 peus i $2/3$ de toesa 4 peus; tanmateix, $1/4$ de toesa no seria un nombre enter de peus ja que 4 no és divisor de 6. Al llarg de la història, sempre fou important triar una base de numeració que tingués el major nombre possible de divisors.

Però no només s'havia de contemplar aqueixa propietat, calia també considerar altres característiques que facilitaren l'ús de quantitats complexes. Una característica era que aqueix nombre de divisions no fos ni tan petit que permetera poques possi-

ibilitats de divisió, ni tan gran que donàs lloc a tantes subdivisions que fes complicat el seu maneig. Tradicionalment no se n'han fet menys de 6 subdivisions, ni tampoc més de 100. Una altra propietat important era que les divisions permetessen el maneig còmode d'operacions amb ells; és possible que fos decisiva aquesta característica a l'hora de triar el sistema de numeració adoptat.

No cap dubte que serà fonamental triar quantes subdivisions fem de la unitat de manera que facilitem els càlculs amb quantitats complexes (per exemple: 7'6 metres, en forma complexa s'escriu 7 metres i 6 dècimes). No és difícil sumar o restar aquest tipus de quantitats, però es complica una mica més si fem altres operacions més complexes, com ara, multiplicacions i divisions.

Per exemple, ens plantejem una feina bastant freqüent: calcular la superfície d'un quadrat de costat 1 toesa i 4 peus.

Sabem que l'àrea d'un quadrat s'obté multiplicant el costat per ell mateix. Però, com en aquest cas intervenen dues unitats diferents, serà convenient transformar abans aquesta quantitat, en forma fraccionària, o bé en forma decimal.

Per operar amb fraccions farem la transformació indicada anteriorment: ja que 4 peus són $2/3$ de toesa, tindrem que 1 toesa i 4 peus seran $1+2/3$ toesas que, si fem la suma, ens donarà que el costat del quadrat mesurarà $5/3$ de toesa.



Multiplicant per ella mateixa aqueixa quantitat per calcular l'àrea, tenim $5/3 \times 5/3 = 25/9$ toeses quadrades, que pot presentar-se com un nombre mixt mitjançant una divisió entera

$$25/9 = 2 + 7/9 \text{ toeses quadrades}$$

o en forma decimal, 2,777...

és a dir, $2 + 0,777...$ toeses quadrades.

Una toesa quadrada és l'àrea d'un quadrat de



costat 1 toesa. A més, com 1 toesa són 6 peus, 1 toesa quadrada tindrà $6 \times 6 = 36$ peus quadrats.

Ens preguntem ara quants peus quadrats són 0,777... toeses quadrades, o $7/9$ de toesa quadrada: Atès que 1 toesa quadrada són 36 peus quadrats, caldrà multiplicar $7/9$ per 36, la qual cosa ens donarà 28 peus quadrats. Així que el nostre quadrat mesurarà

2 toeses quadrades i 28 peus quadrats.

Una altra manera serà utilitzant nombres decimals: per transformar 1 toesa 4 peus en expressió decimal hem de considerar, com ho hem fet abans, que 4 peus són $2/3$ de toesa, i en forma decimal seran 0,666... toeses. És a dir, hem considerat com a longitud del costat el seu valor decimal, 1,666... toeses, en comptes del fraccionari $5/3$. Però, atès que en aquell temps no usaven calculadores, n'hauríem pres una aproximació, per exemple 1,666. En aquest cas el seu quadrat seria 2,775556, de la qual cosa deduïm que tindríem 2 toeses quadrades senceres i 0,775556 de toesa quadrada.

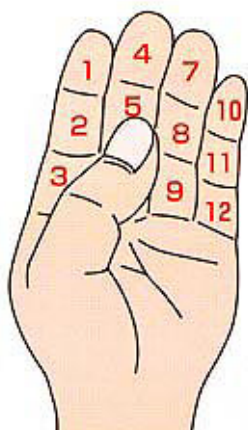
A continuació, per obtenir quants peus quadrats és la part decimal, multiplicaríem $0,775556 \times 36$, que serien 27,920016 peus quadrats. El resultat és 2 toeses quadrades i 27,920016 peus quadrats.

Si comparem amb el resultat obtingut usant fraccions, hi ha un error de $28 - 27,920016 = 0,079984$ peus quadrats. (Podríem continuar veient quantes polzades quadrades són aquests peus quadrats, etc.).

Afortunadament, ja portava molt de temps utilitzant-se el sistema de numeració decimal.

Sistema decimal i sistema sexagesimal

Molts sistemes de numeració estan basats en característiques del nostre cos, que és la ferramenta que tenim més a mà. Parlant de mans, els sistemes més utilitzats han estat els basats en les seues característiques: el sistema decimal està en correspondència clara amb els dits de les mans. L'ús del sistema duodecimal (base dotze) s'explica si es compta assenyalant amb el dit polze cadascuna de les falanges dels altres quatre dits; se sol començar pel menovell. Però, si cada vegada que es realitza aquest recompte s'alça un dit de l'altra mà es pot comptar fins a seixanta.



El sistema decimal està en correspondència clara amb els deu dits de les mans.

El sistema duodecimal s'explica si comptem assenyalant amb el dit polze cadascuna de les falanges dels altres quatre dits.

La numeració decimal ha estat utilitzada en cultures nombroses: babilònica, índia, egípcia, grega, romana, maia... Començà a cobrar avantatge respecte a la resta arran de l'ús del nombre zero, que facilità la numeració posicional, on cada dígit té un valor que depèn de la seua posició respecte a la resta. Començà a ser coneguda a Europa cap al segle XIII, portada pels àrabs des de l'Índia, però no arribà a escriure's com ara, amb punt o coma de separació, fins el segle XVII.

Per a adoptar el sistema decimal hi havia molts arguments, però no cap dubte que en fou el més important el fet de ser fàcilment manipulable per a les operacions, amb el fet d'haver-se estés molt. Encara que a un ciutadà de l'època no li resultava familiar multiplicar nombres decimals entre si, es venien manejant en els ambient cultes des del segle anterior. El matemàtic respectat Vieta en recomanava l'ús el 1579 d'aquesta manera:

«Els sexagesimals i els seixantes han de ser usats rarament o no mai en la matemàtica, mentre que els mil·lèsims i els milers, els centèsims i els cents, els dècims i els deus, i les progressions semblants, ascendents i descendents, cal usar-los freqüentment i, encara més, exclusivament.»

No cal dir que en els temps en què aquesta idea sorgí no existien, per descomptat, calculadores que ajudaren els científics en la realització de càlculs complicats. En certes àrees, com en l'astronomia, per exemple, els càlculs requerien la màxima precisió possible. Els nombres decimals s'usaren finalment no només per representar fraccions decimals, sinó qualsevol fracció en general, la qual cosa fou un gran avanç en el coneixement i estudi dels nombres amb decimals infinits.

Però les fraccions es coneixien i utilitzaven a Babilònia, especialment les fraccions unitàries, vinculades al sistema sexagesimal. Amb l'adopció del sistema decimal van desapareixent els sistemes basats en les particions que, aparentment, eren més pràctics. En efecte, el principal defecte del sistema

decimal és que el nombre 10, la seua base, només es pot dividir per 2 i per 5. Això condueix que $1/3$ de litre no és una quantitat exacta de centímetres cúbics, la qual cosa porta que de cada 3 botelles de 33 centilitres (un terç de cervesa) desapareix 1 cl ja que $33 \times 3 = 99$ cl. Amb la qual cosa, de cada 3 milions de botelles desapareixen 1 milió de centilitres, això és 10000 litres.

Hi havia uns altres sistemes que permetien més possibilitats de partició a causa que les seues bases tenien més divisors. Un dels més utilitzats era el sistema de base 60, anomenat sexagesimal. Encara s'utilitza en el recompte del temps, cada hora té 60 minuts i cada minut 60 segons, i en la mesura d'angles en graus, minuts i segons. Fou molt utilitzat precisament en pobles destacats en la seua època pel seu impuls a la cultura, com ara, Mesopotàmia i Egipte.

Què té aquest sistema que el fa tan interessant?

Una característica és que es pot comptar fins a seixanta usant els dits de les mans, tal com s'ha indicat anteriorment. L'altra característica és la quantitat de divisors que té: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 i 30, que permeten fer totes aquestes particions o subdivisions de la base. És molt evident partir un pastís per la meitat, en quarts i en vuitens, però més difícil és partir-lo en terços, encara que d'aquí es parteix en sisens o dotzens amb facilitat. Això proporciona gran quantitat de divisions per a permetre mesuraments molt exactes.

Aquestes possibilitats de partició impulsaren l'ús de les fraccions unitàries (que tenen la unitat per numerador), especialment a Egipte. De fet, en molts ambients se les anomena *fraccions egípcies*. Tingueren tanta importància que només s'utilitzava aquest tipus de fraccions, la resta no es coneixien o no els interessaven ja que sempre es pot trobar fraccions unitàries la suma de les quals siga una fracció decimal donada.

Volem fer, per exemple, la descomposició de la fracció $69/70$ en suma de fraccions unitàries.

Per cercar el primer terme, prenem la fracció inversa $70/69$ i seguim el procediment següent:

a) Fem la descomposició de $70/69$ en nombre mixt $= 1 + 1/69$. La part entera 1 ens diu que el primer sumand serà $1/2$, que és la primera de les fraccions unitàries.

b) Restem $69/70 - 1/2 = 34/70$ i repetim el procés amb aquesta fracció.

c) $70/34 = 2 + 2/34$, el 2 ens indica que el sumand següent és $1/3$, la segona fracció unitària.

d) Restem $34/70 - 1/3 = 32/210$, que simplificant dona $16/105$ a la qual tornem a aplicar el procés.

e) $105/16 = 6 + 9/16$, el següent sumand serà $1/7$.

e) Restem $16/105 - 1/7 = 1/105$

Concloem que $69/70 = 1/2 + 1/3 + 1/7 + 1/105$

En cas de ser major el numerador que el denominador es transforma abans en nombre mixt i s'aplica aquest procés a la part fraccionària.

Aquest procediment, en matemàtiques, s'anomena *algorisme voraç*. Els escribes egipcis foren molt hàbils en descompondre fraccions en unitàries. Aquest no era l'únic procediment i, atés que una fracció pot tenir descomposicions diferents, seleccionaven la descomposició més adequada a cada moment.

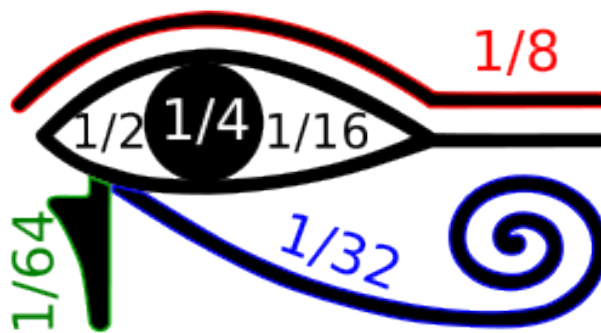
Encara se segueix utilitzant en matemàtiques les fraccions unitàries. Per exemple: la sèrie harmònica $1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/6 + \dots$,

molt important en música, ja que cada sumand correspon a la longitud d'ona dels harmònics que emet una corda que vibra. És també molt utilitzada en matemàtiques per analitzar sèries divergents (la suma de les quals tendeix a infinit).

La sèrie geomètrica

$$1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + \dots,$$

al contrari que l'anterior és convergent perquè la seua suma és 2. Dona nom a les progressions geomètriques i és important l'estudi de sèries infinites. A més, també era coneguda en la mitologia egípcia per indicar els seus primers termes la forma en què fou seccionat l'ull d'Horus en la guerra entre Horus i Seth.



Una altra sèrie coneguda és la

$$1/2 + 1/3 + 1/7 + 1/43 + \dots,$$

els denominadors dels quals s'obtenen de la successió de Sylvester, 2, 3, 7, 43, ... on cada terme és el resultat de multiplicar els anteriors entre si i sumar 1. Aquesta sèrie té la qualitat que convergeix cap a 1 molt ràpidament i és utilitzada en la Teoria de la Mesura.

Hi ha unes altres aplicacions importants, tant en matemàtiques pures (descomposició de fraccions contínues), com en les aplicades (mètode *simplex* en Programació lineal), però caldria estendre's massa.



Passat, present i futur del Sistema Internacional d'Unitats

Pepe Pedro

Professor de Física i Química · IES Matemàtic V. Caselles Costa

Quan mesurem o calculem una magnitud física determinada, com, per exemple, la longitud, la massa, la temperatura o la velocitat, és necessari expressar-la com el producte d'un número i una unitat. Així per exemple, podem dir que la longitud d'un cotxe és de 3 m o que la seua velocitat és de 72 km/h. Aquest fet, fa necessari comptar amb un conjunt d'unitats ben definit, accessible a tot el món i que siga reconegut universalment. A l'hora d'establir un sistema d'unitats de mesura, és necessari primer escollir convenientment unes magnituds i unitats bàsiques o fonamentals, a partir de les quals ja es definiran la resta de magnituds i unitats derivades.

En la segona meitat del segle XVIII el nombre d'unitats de mesura de longitud i pes a Europa era tan gran que dificultava el desenvolupament del comerç, la indústria i la ciència. A França, per exemple, la vara de mesura variava d'una província a una altra, i fins i tot en els territoris d'una mateixa província. Van ser les reformes fetes durant la Revolució Francesa les que posaren les bases del moderns sistemes d'unitats de mesura. Entre elles, va ser la de donar el 1791 la primera definició de metre com «la deumilionèsima part del quadrant del meridià terrestre», concretament, la distància a través de la superfície de la Terra des del Pol Nord fins a l'Equador passant pel meridià de París. El metre complia les tres exigències que s'havien establert a aquesta unitat fonamental: universal, extreta de la natura i invariable. La titànica missió de mesurar el quadrant del meridià ja va ser tractada en diferents articles dels números 9 i 10 de DAUALDEU.

El 1795, com a conseqüència de la demora en les mesures del meridià, s'estableix mitjançant un Decret de l'Assemblea Nacional Francesa un metre provisional basat en mesures del meridià d'uns 50 anys i que eren menys exactes que les que s'estaven realitzant en aquest moment. Aquest decret incloïa les definicions de metre, kilogram i litre, així com els prefixes decimals. Del metre derivarien la resta d'unitats de mesura. La unitat de massa, el quilogram, es va definir com la massa d'un decímetre cúbic (1 litre) d'aigua destil·lada a la temperatura a la qual aquesta presenta la seua màxima densitat (4 °C). Es van proposar prefixes per a indicar els múltiples i submúltiples de 10, els primers provenen d'arrels gregues (*deca*, *hecto*, *quilo*, *miria*) i els segons d'arrels llatines (*deci*, *centi*, *mili*). Quedava així establert el *Sistema Mètric*, que va començar a anomenar-se *Sistema Mètric Decimal* (SMD).

Una vegada conclosa la mesura del meridià, el 22 de juny de 1799 en un Congrés Internacional convocat per l'Acadèmia de Ciències de París a la qual assistirien savis d'altres països, en una gran cerimònia, es presenten el metre patró i el quilogram patró, una barra i un cilindre construïts amb platí i iridi. A cadascun d'aquests savis estrangers se li va donar un facsímil de ferro.

A poc a poc, el Sistema Mètric comença a introduir-se en els diferents països. El 1816, es va declarar d'ús obligatori als Països Baixos. A França, després de ser temporalment relegat durant la Restauració, es fa d'ús obligatori el 1837. A Espanya, va ser d'utilització obligatòria el 1849 per ordre d'Isabel II. El 1864, es va autoritzar el seu ús a Anglaterra i el 1866, en els Estats Units. Ara bé, una cosa és imposar per llei l'ús d'un sistema d'unitats i una altra és fer que la gent canvie els seus patrons i l'utilitze.

El 1832, l'eminent matemàtic, físic, astrònom i geodesista alemany, Gauss va promoure insistentment l'aplicació del Sistema Mètric juntament amb el segon, com a unitat bàsica de temps, definit en astronomia com la fracció 1/86400 del dia solar mitjà, com un sistema coherent d'unitats per a les ciències físiques. El mateix Gauss va ser el primer a mesurar el valor del camp magnètic terrestre utilitzant tres unitats mecàniques: mil·límetre, gram i segon. Anys després, Gauss i Weber van començar a estendre les mesures a altres magnituds elèctriques.

Continuant la tasca de Gauss, el 1860, Maxwell i Thomson van desenvolupar les mesures en el camp de l'electricitat i el magnetisme creant l'Associació Britànica per a l'Avanç de la Ciència (BASS, hui BA). Van formular el requisit d'un sistema coherent d'unitats amb unitats de base i unitats derivades. El 1874, el BAAS va introduir el sistema CGS, un sistema unitari tridimensional coherent basat en les tres unitats mecàniques (centímetre, gram i segon) i que utilitza prefixes que van de *micro* a *mega* per a expressar múltiples i submúltiples decimals. El posterior desenvolupament de la física com a ciència experimental, es va basar en gran part en aquest sistema. Les unitats del CGS en els camps de l'electricitat i el magnetisme van presentar inconvenients, ja que eren necessaris dos sistemes d'unitats, un CGS anomenat electrostàtic i un altre, el CGS electromagnètic. Posteriorment, van ser unificats en un altre sistema: el CGS Gaussià.

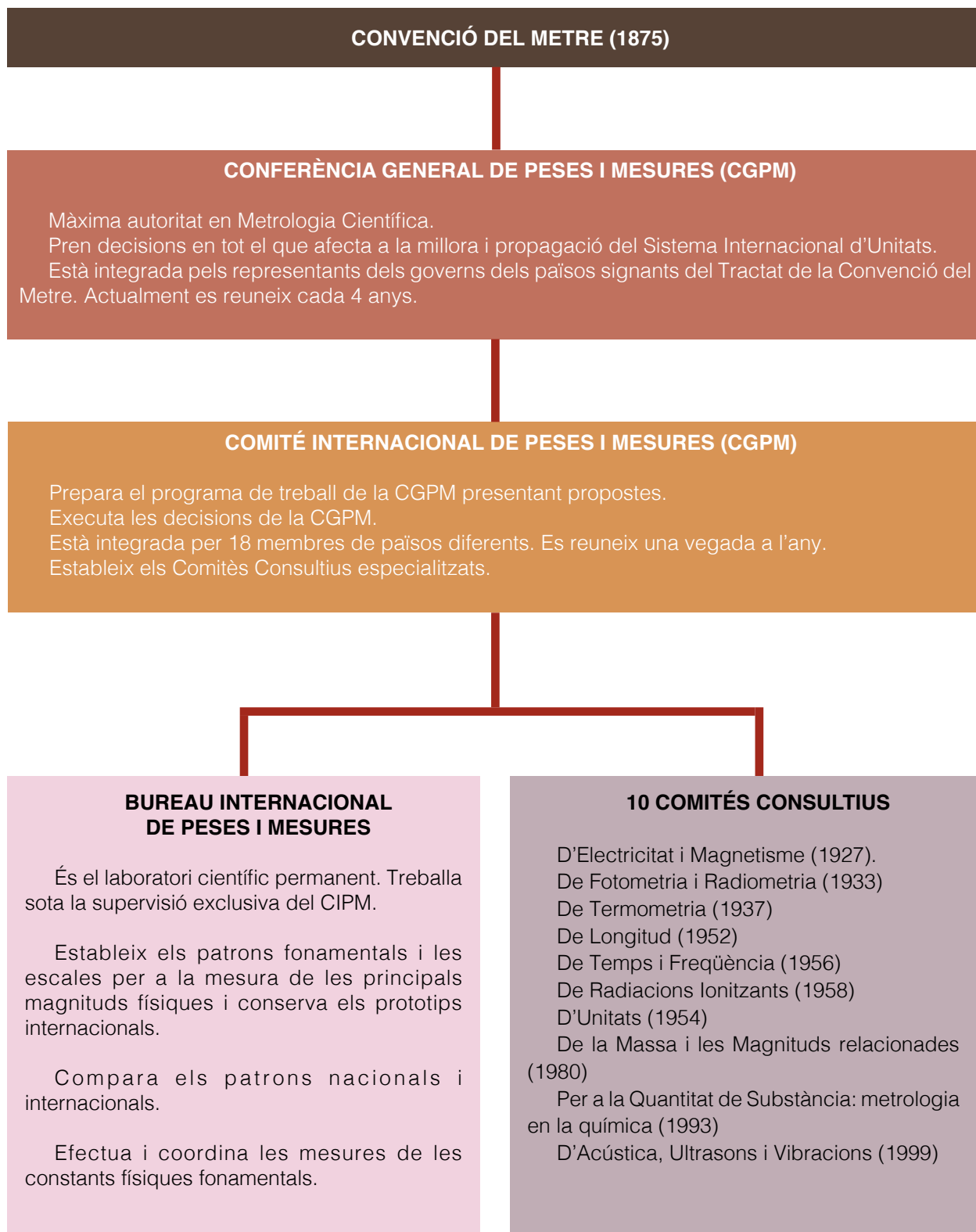
L'adopció universal del Sistema Mètric es va

fer mitjançant el Tractat anomenat “Convenció del Metre”, un acord firmat per desset països en França el 20 de maig de 1875.

En aquesta Convenció, s’estableix també la creació d’una organització científica que posseeix, per una part, una estructura permanent que permetera als països membres tindre una acció comú sobre totes les qüestions que es relacionen amb les unitats de mesura i, per l’altra, que assegurara la unificació mundial de les mesures físiques.

Els organismes que es van crear i que formen la Convenció del metre són: La Conferència General de Pesos i Mesures (CGPM), el Comitè Internacional de Pesos i Mesures (CIPM) i l’Oficina Internacional de Pesos i Mesures (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM).

L’il·lustre militar i geodesista nascut a Barcelona, Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, va jugar un paper molt important en la creació del BIPM a més de ser el primer president de la CIPM.



El CGS no determina una unitat bàsica addicional per a les magnituds elèctriques.

El 1880, el BAAS i el Congrés Internacional Elèctric, predecessor de la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI) aprovaren un conjunt coherent d'unitats pràctiques. Entre elles estaven: l'ohm, per a la resistència elèctrica; el volt, per a la força electromotriu; i l'ampere, per a la intensitat del corrent elèctric.

La 1^a CGPM es va celebrar el 1889 i en ella es van establir els prototips internacionals del metre i el kilogram, construïts amb un aliatge de platí i iridi (10%). El prototip internacional del kg, també conegut com PIK o "Gran k", és un cilindre de 39 mm d'altura i el mateix diàmetre. Està guardat des del 1899 sota tres campanes de vidre en una caixa fort en el BIPM en Sèvres, en les afores de París. Allí es guarda també el prototip del metre, una barra de 102 cm de longitud amb dues marques que delimitaven el metre. La barra té una secció en X o secció Tresca, en honor a l'enginyer francès Henry Tresca, creador del disseny ideat per a donar al prototip la màxima rigidesa amb el mínim material.

El metre i el kilogram juntament amb el segon astronòmic com a unitat de temps, constituïen un sistema d'unitats mecàniques tridimensional similar al sistema CGS, però amb les unitats de base metre, kilogram i segon, el sistema es va anomenar MKS.

El 1901, Giorgi va demostrar que és possible combinar les unitats mecàniques d'aquest sistema metre-kilogram-segon amb les unitats elèctriques pràctiques per a formar un únic sistema coherent tetradimensional afegint a las tres unitats de base una quarta unitat de naturalesa elèctrica tal com l'ampere o l'ohm. La proposta de Giorgi va ser debatuda a fons per la IEC (la Comissió Electrotècnica Internacional), la Unió Internacional de Física Pura i Aplicada (IUPAP) i altres organitzacions internacionals. Com a conseqüència d'aquests debats el Comitè Consultiu d'Electricitat (CCE) va proposar el 1939 l'adopció d'un sistema quadridimensional basat en el metre, quilogram, segon i ampere, el sistema MKSA o Sistema Giorgi, una proposta aprovada per el CIPM el 1946.

La 9a CGPM de 1948, va encarregar al CIPM estudiar un conjunt complet de regles per a les unitats de mesura. A tal efecte, va realitzar una enquesta internacional a fi d'arreglar informació en l'àmbit científic, tècnic i de l'educació. La 10a CGPM, el 1954, va aprovar la introducció de les unitats ampere, el kelvin i la candela como unitats base, per a les magnituds: corrent elèctric, temperatura termodinàmica i intensitat lluminosa, respectivament. Aquestes tres unitats s'afegien al metre, kilogram i segon, quedant sis unitats bàsiques.

S'acabava de forjar el Sistema Internacional d'Unitats (SI), encara que oficialment el nom li'l van posar el 1960 en la 11^a CGPM, on també es van establir les regles per als prefixos i les unitats deri-

vades. A fi de no dependre d'un patró que poguera perdre's o patir deformacions, en la mateixa conferència es va redefinir el metre com a 1650763,73 vegades la longitud d'ona, en el buit, de la radiació corresponent a la línia ataronjada de l'espectre de l'àtom de criptó-86.

Des de la seua implantació el SI no ha parat de perfeccionar-se.

La definició de segon basada en la rotació diària de la Terra no era satisfactòria degut a la inconstància de la velocitat de rotació de la Terra. El 1960 es va substituir per una altra basada en la duració de l'any tròpic. Finalment, el 1967, la 13a CGPM el va definir com la duració de 9192631770 períodes de la radiació corresponent a la transició entre els dos nivells hiperfins de l'estat fonamental de l'àtom de cesi 133. A llarg termini és possible que es trie una altra transició electrònica per a definir el segon.

Per a l'estudi de les reaccions químiques és convenient disposar d'una magnitud que depenga exclusivament del número de molècules o àtoms presents, aquesta magnitud és el mol. El 1971, en la 14a CGPM, després de llargues discussions entre físics i químics es va incloure el mol com a unitat bàsica de la magnitud quantitat de substància. Un mol és la quantitat de substància d'un sistema que conté tantes entitats elementals com àtoms hi ha en 0,012 kg de carboni 12. Les entitats elementals poden ser molècules, àtoms, ions, etc.

Amb la introducció del mol finalment són set les unitats bàsiques del SI.

En la XVII CGPM del 1983, el metre es va redefinir utilitzant la velocitat de la llum en el buit, que és una constant física. D'aquesta manera, el metre és la longitud del trajecte recorregut per la llum en el buit durant un interval de temps de $1/299792458$ segon.

El kilogram és la última unitat del SI que continua dependent d'un objecte material. Cada 40 anys aproximadament, es trau "el Gran K" per comparar-lo amb les còpies patró i calibrar les còpies que s'envien a les 51 nacions signants del "Conveni del Metre". S'ha trobat que després d'un segle la majoria de les rèpliques tenien 50 micrograms més de massa que l'original. Aquesta pèrdua de massa pot semblar insignificant, però en els nivells de precisió en què treballa la ciència actual és una quantitat enorme. A més, aquesta incertesa influeix també en altres unitats tals com el newton, que depèn del kg o, el joule, que depèn del newton.

El 2007, en la 23a CGPM es va instar al CIPM a redefinir totes les unitats bàsiques del SI en funció de les constants físiques naturals, que són invariants. Per a aquest procés, el BIPM ha considerat dues etapes. En la primera, diferents laboratoris metrològics determinaran les constants físiques amb el valor més exacte possible amb el SI actual. Mentre que en la segona, una vegada fixades les constants físiques, a partir d'elles es definiran les noves unitats del SI.

De les set constants físiques considerades per a la redefinició de les unitats bàsiques, tres d'elles no canviaran els valors que tenen actualment: la velocitat de la llum c , el valor de la freqüència de transició entre els dos estats de l'estructura hiperfina de l'estat fonamental de l'àtom de Cesi 133 i l'eficàcia lluminosa d'una radiació monocromàtica de freqüència a $540 \cdot 10^{12}$ Hz i que té una intensitat radiant en aquesta direcció de $1/683$ watt per unitat d'angle sòlid. Per a les altres quatre constants es determinarà el valor més exacte possible i es fixaran els valors exactes de: la constant de Planck h , de la càrrega elemental e , la constant de Boltzmann k , i la constant d'Avogadro, N_A . Aquestes constants no es tornaran a determinar, ja que s'entraria en un cercle vicis.

Ningú nosap segur per què «el Gran K» perd massa, però aquesta incertesa és una de les raons per la qual l'òrgan de govern del BIPM va decidir el 2011 establir un nou patró de masses. El nou kg es redefinirà, segons està anunciat, el 2018. Estarà basat en la constant de Planck, h , el valor de la qual relaciona l'energia, E , d'un fotó amb el valor de la seua freqüència f , $E = h \cdot f$. Aquesta constant presenta unitats d'energia i temps, i pot relacionar-se amb l'equació d'Einstein $E = mc^2$ (energia = massa per velocitat de la llum al quadrat). S'ha mesurat la constant de Planck, utilitzant una balança de Watts d'alta tecnologia o balança Kibble amb una incertesa de $34/1000.000.000$, incertesa que equival a 1,25 cm en 370 km. Aquesta balança després s'aprofitarà per a calibrar prototips de kg substituïnt al Gran K. La revista Nature ha comparat la complexitat d'aquests experiments de la mesura la constant de Planck amb la detecció del Bosó de Higgs o de les ones gravitacionals.

La definició actual d'ampere (1948) com «la intensitat de corrent constant que quan circula per dos fils conductors paral·lels, rectilinis, de longitud infinita i secció circular negligible, separats una distància d'1 m en el buit produiria entre aquests conductors una força de $2 \cdot 10^{-7}$ N per metre de longitud de fil», resulta insatisfactòria i complicada. A més, sols es pot reproduir en el laboratori de manera aproximada, cosa que canviarà quan es redefinesca en funció de la càrrega elemental, e , constant física que equival a la càrrega elèctrica d'un electró o d'un protó.

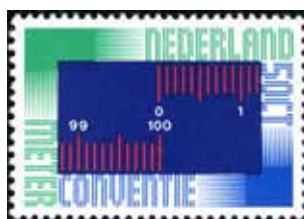
Una altra unitat amb una definició (1979) enrevessada és la candela, «és la intensitat de la llum, emesa en una direcció determinada, per una font de llum monocromàtica de freqüència igual a $540 \cdot 10^{12}$ Hz i que té una intensitat radiant, en aquesta direcció, de $1/683$ watt per unitat d'angle sòlid (estereoradiant)». Aquesta peculiar definició és deguda a que s'ha volgut fer coincidir amb el valor numèric històric d'aquesta unitat que fins el 1948 s'havia basat en patrons de flama o de metalls incandescents.

La unitat de temperatura termodinàmica actual (1967), el kelvin, està basada en l'escala Kelvin la qual parteix del zero absolut, la mínima temperatura possible, $-273,15$ °C. Està definit «com a $1/273,16$ de la temperatura termodinàmica del punt triple de l'aigua», punt en el que es fa possible l'equilibri líquid, gas i sòlid. El kelvin serà redefinit en funció de la constant de Boltzmann, k , que relaciona la temperatura amb l'energia tèrmica del sistema: $E = kT$

La redefinició de les unitats del SI no suposarà cap canvi per a les mesures quotidianes, però sí que tindrà una gran importància en el món de la ciència i la tecnologia.

Per a saber més

- Web del BIPM: <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
- "Un nuevo kilogramo". Ian Robson. Revista Investigación y Ciencia. Febrer 2007
- "Revisión del Sistema Internacional de Unidades". Robert Wynands i Ernst O. Göbel. Revista Investigación y Ciencia. Juliol 2010.
- "La renovación del kilogramo". Knyvl Sheit. Revista Investigación y Ciencia. Setembre 2016
- "El nuevo kilogramo". Tom Folger. Revista Investigación y Ciencia. Abril 2017.



MAGNITUDS I UNITATS BÀSIQUES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

LONGITUD (l) metre (m)	
Definició històrica (1791)	El metre és la deumilionèsima part del quadrant del meridià terrestre que passa per París.
Definició actual (1983)	La distància que recorre la llum en 1/299792458 segons.
Definició proposada	S'estableix fixant el valor la velocitat de la llum en el buit, c , exactament igual a 299792458 metres per segon.
TEMPS (t) segon (s)	
Definició històrica	1 segon és la fracció 1/86400 del dia solar mitjà.
Definició actual (1967)	La duració de 9192631770 períodes de la radiació corresponent a la transició entre els dos nivells hiperfins de l'estat fonamental de l'àtom de cesi 133.
Definició proposada	S'estableix fixant el valor de la freqüència de transició entre els dos estats de l'estructura hiperfina de l'estat fonamental de l'àtom de Cesi 133 en repòs i a una temperatura de 0 K exactament igual a 9192631770 Hz.
MASSA (m) quilogram (kg)	
Definició històrica (1795)	Massa d'un decímetre cúbic d'aigua destil·lada a la temperatura a la qual aquesta presenta la seua màxima densitat.
Definició actual (1889)	Massa del prototip internacional, "el gran k", un cilindre de platí i iridi guardat en el BIPM, en Sèvres, prop de París.
Definició proposada	S'estableix fixant el valor de la constant de Planck, h , exactament igual a $6,62606896 \times 10^{-34}$ J·s.
INTENSITAT DEL CORRENT ELÈCTRIC (I) ampere (A)	
Definició actual (1948)	Intensitat de corrent constant, que quan circula per dos fils conductors paral·lels, rectilinis, de longitud infinita i secció circular negligible, separats una distància d'1 m en el buit produiria entre aquests conductors una força entre ells de $2 \cdot 10^{-7}$ N per metre de longitud de fil.
Definició proposada	S'estableix fixant el valor de la càrrega elemental o càrrega d'un electró, e , exactament igual a $1,602176487 \times 10^{-19}$ C.
TEMPERATURA (T) kelvin (K)	
Definició actual (1967)	És equivalent a 1/273,16 de la temperatura termodinàmica del punt triple de l'aigua.
Definició proposada	S'estableix fixant el valor de la constant de Boltzmann, k , exactament igual a $1,3806504 \times 10^{-23}$ J/K.
INTENSITAT DE LA LLUM (I_v) candela (cd)	
Definició actual (1979)	Intensitat de la llum emesa en una direcció determinada, per una font de llum monocromàtica de freqüència igual a $540 \cdot 10^{12}$ Hz i que té una intensitat radiant en aquesta direcció de 1/683 watt per unitat d'angle sòlid (estereoradiant).
Definició proposada	S'estableix fixant el valor la intensitat espectral de la radiació monocromàtica de $540 \cdot 10^{12}$ Hz siga de 683 lumen/watt.
QUANTITAT DE SUBSTÀNCIA (n) mol (mol)	
Definició actual (1971)	La quantitat de substància que conté tantes entitats elementals com àtoms hi ha en 0,012 kg de carboni 12.
Definició proposada	S'estableix fixant el valor del número d'Avogadro, N_A , exactament igual a $6,02214179 \times 10^{23}$ partícules/mol.

Les X que apareixen en la taula estan encara per decidir-se amb exactitud.

GABRIEL CISCAR

(Oliva, 1760 - Gibraltar, 1829)

Vicent R-Chorro

Professor de l'IES Antoni Llidó · Xàbia

En el número 9 de DAUALDEU, dedicat a la mesura del metre, el professor Francisco Savall tractava l'aportació de Gabriel Ciscar a l'acceptació del Sistema Mètric Decimal, com a membre del Congrés de París, que l'any 1798 va definir el metre. Quins foren els mèrits de Gabriel Ciscar per ser designat membre d'aquest congrés? Ell no era un científic provinent del món universitari, sinó un militar de l'Armada espanyola. El congrés va ser tan internacional com s'ha escrit? Quins treballs va realitzar l'olivenc en l'anomenat congrés? Militar, científic o home d'Estat? Quins foren els avatars de la seua vida que el conduïren a la mort a l'exili a Gibraltar?

No ens ha d'estranyar la pertinença del Ciscar científic a l'Armada. A principis del segle XVIII la ciència espanyola, no així les arts i les lletres, es trobava llastada per la fèrria tradició religiosa i la inèrcia de l'aïllament inaugurat per Felip II, amb la pragmàtica de 1559 que prohibia als súbdits hispans estudiar a les universitats estrangeres. Prohibició que s'allargà al XVII. I mentre la Inquisició negava la teoria heliocèntrica i repudiava les matemàtiques per la seua connexió amb la física, els regnes dels Austriacs no participaven dels canvis científics que es vivien a Europa de la mà de Galileu, Kepler o Newton. L'ensenyament de les matemàtiques era poc més que inexistent a les universitats. En aquest context de desolació científica i davant la necessitat de modernitzar l'Armada, per a afrontar els reptes bèl·lics i comercials, es creà l'any 1717 la Reial Companyia de Guàrdia Marins, amb seu a Cadis, a semblança de la francesa, on s'incorporaren les ensenyances d'àlgebra i geometria, la trigonometria esfèrica i la cosmografia. Ben prompte hi destacarà l'alumne Jorge Juan (1713-1773), que després de l'expedició per a mesurar l'arc del meridià que passa per Perú, que serví per a demostrar que la Terra era una esfera aplanada en els pols i després de l'estança d'espionatge d'aquest a Londres, passarà a ser el director de l'Acadèmia acostant els avenços científics europeus al pobre ambient científic hispà i va impulsar la creació del Reial Observatori Astronòmic.

Gabriel Ciscar s'incorporà l'any 1777, als disset anys, a l'Acadèmia de Guàrdia Marins de Cartagena, dirigida per José de Mazarredo, que seria el seu gran valedor. Finalitzà amb èxit els estudis teòrics l'any 1778, en la primera promoció de cadets i, a continuació, embarcà en una missió d'ins-

trucció nàutica, on utilitzarà, per primera vegada, un cronòmetre nàutic, (els primers adquirits per Jorge Juan eren de la casa francesa Berthoud, la segona remesa, a principis del XIX foren comprats a Londres, a la casa Arnold) situant al Mediterrani molts punts de la costa. La missió, de tornada a Cartagena, va entrar en combat amb dos vaixells pirates algerians que van ser apresats.

De nou a Cartagena, és nomenat alferes de fragata i Mazarredo li encarrega tasques de professor interí en l'Acadèmia, impartint classes de matemàtiques. L'any 1779 es declara la guerra a Anglaterra, en el context de la Independència dels Estats Units i torna a embarcar, primer en una missió de transport a Mallorca, a continuació, formant part del contingent que vigilarà el bloqueig de Gibraltar, missió que va resultar un fracàs i, que va servir a Ciscar per comprovar la superior velocitat de les naus britàniques que tenien els fons folrat de planxes de coure. Aquesta qüestió serà recurrent en Ciscar i la tractarà amb insistència en els seus manuals.

Li aplegarà, per fi, l'oportunitat de participar en una missió bèl·lica d'importància. Formant part de l'armada que al comandament de l'almirall Solano salpà cap Amèrica a principis de 1780, en diferents missions que s'allargaren tres anys i, on destaca la presa de Pensacola (maig 1781), capital de la Florida britànica. D'aquest període cal destacar un periple per Les Antilles que Ciscar aprofità per determinar diversos punts per distàncies lunars, tasca en què era expert. A principis de 1783 se signà la pau i l'armada tornà a la península.

De nou a Cartagena, Ciscar es trobarà amb una proposta de l'Acadèmia, la formació per a oficials en matemàtiques superiors i astronomia. Ciscar serà elegit com alumne del primer curs, però ben prompte passarà a tasques docents i, en pocs cursos, a dirigir-lo, alhora que va emprendre la redacció del seu pla d'estudis. El *Plan de estudios para los oficiales agregados a la Compañía de Guardias-Marinas* (Cartagena 1785), és el primer document científic original de Gabriel Ciscar. Com diu Antoni Ten en l'assaig *Gabriel Ciscar y su Memoria Elemental...* «Su significación profunda deriva de que constituye un programa de trabajo al que el sabio dedicará muchos años de esfuerzos, en la línea de la ciencia europea más avanzada de la época y tras la estela de quien realmente la había introducido en España, el también marino Jorge Juan y Santacilia».





L'any 1788, acabat de ser ascendit a tinent de navili, és nomenat director de l'Acadèmia de Cartagena, la carrera militar de Ciscar era fulgurant i, l'any següent com a capità de fragata rebrà l'encàrrec de preparar la nova edició del *Examen Marítimo de Jorge Juan* que vorà la llum el 1793, any en què es declara la guerra contra la França Revolucionària, i tres anys més de guerra que paralitzen la docència a l'Acadèmia. En aquest període Ciscar aprofita per escriure tres tractats, un d'aritmètica, un altre de cosmografia i, el tercer, de trigonometria esfèrica, dirigits a la instrucció dels guàrdia marines. A pesar que l'edició del *Examen Marítimo* no serà fet servir com a text fins al final de la guerra, sí que servirà a Ciscar per aconseguir la fama de savi tant dins com fora de les fronteres peninsulars.

L'any 1796, Ciscar tornà a embarcar en una travessia per la Mediterrània que el durà fins a Constantinoble, on aprofitarà per realitzar operacions astronòmiques que serviran per a millorar les cartes nàutiques de l'època. Finalitzada la missió, embarca, de nou, formant part de l'esquadra del mediterrani comandada per Juan de Langara en una altra guerra, declarada ara, contra Anglaterra, com a conseqüència del 1r Tractat de Sant Ildefons entre França i Espanya. D'aquest capítol bèl·lic, és l'episodi d'un temporal que dispersà la flota i, la nau on anava Ciscar, gràcies als seus càlculs, va aplegar en el temps previst a Menorca. Una gesta científica que li va merèixer la felicitació del comandant.

Així, doncs, el darrer quart de segle XVIII, va ser un període farcit de guerres, però a Gabriel Ciscar no el podem considerar un guerrer; tot i ser un militar preocupat per la seua promoció no rebrà cap condecoració de guerra. Per contra, els seus treballs de determinació de punts geogràfics, de què era especialista, les seues publicacions i la tasca docent a l'Acadèmia li valdrien, a les acaballes del segle, la consideració de savi.

Els treballs de determinació [per Ciscar] de punts geogràfics, com a reputat especialista, les seues publicacions i la tasca docent a l'Acadèmia li valdrien, a finals de segle, la consideració de savi.

El Congrés a París (1798-1799)

A principis de l'any 1798 i a punt de finalitzar les operacions de triangulació entre Dunkerque i Barcelona, el ministre d'afers exteriors francès, Talleyrand, cursà invitacions als països europeus neutrals o aliats de França per a participar de les conclusions finals. El govern espanyol va ser, també, convidat al congrés i, ben prompte, Juan de Langara, director general de l'Armada escriu al govern i, recordant la tradició de l'Armada en col·laboracions semblant, com la mesura del meridià de Perú amb Jorge Juan i Ulloa, acaba dient:

«Propongo a S.M. para comisión tan honrosa al Capitán de Navío Don Gabriel Ciscar. La superioridad de conocimientos de Ciscar es tan generalmente reconocida que aún sus mismos émulos no pueden negarle que es el primer hombre de la Nación considerado por su saber matemático.»

El rei i el govern s'hi mostraren d'acord i designaren Ciscar (30 d'agost 1798) per a assistir al congrés, que havia de començar a finals de setembre. Segons Emilio Laparra, en *El Regente Gabriel Ciscar* (1995), aquest nomenament va ser la major satisfacció professional de Ciscar, era el reconeixement a la seua dedicació científica, la fama entre els científics europeus i, va rebre per aquesta missió la Creu pensionada de l'Ordre de Carles III.

Dues setmanes després del nomenament, mentre Ciscar preparava la marxa a França, rebé la visita d'Agustín de Pedrayes que li proposà realitzar el viatge junts, ja que aquest, també havia estat designat representant del govern espanyol al congrés. Per Ciscar va ser una sorpresa, ja que no coneixia el nomenament del matemàtic asturià, i un gran disgust, segons fan notar López Sánchez i Valera Candel en l'article *«Gabriel Ciscar en el congreso de unificación...»*, publicat en la revista *Asclepio* (1994) ja que Ciscar ho convertí en una qüestió d'honor per a ell i cenvers l'Armada. La Parra

(1995) diu, respecte a la designació de Pedrayes, que es deu a l'obstinació de Jovellanos per col·locar asturians en llocs de responsabilitat. Fóra com fóra, les condicions en què assistiren els dos científics foren totalment desiguals en favor de Ciscar.

Agustín de Pedrayes (Lastres, 1744 - Madrid, 1815) matemàtic asturià, que dona nom a l'actual Societat d'Educació Matemàtica d'Astúries. Estava a finals del segle XVIII, dedicat a la resolució d'equacions diferencials. Havia estat professor de matemàtiques de la Real Casa de Caballeros Pajes i del Seminario de Nobles. Va publicar *Tratado de Matemáticas*, París 1799, i un opuscle on plantejava un problema. No es coneix massa de Pedrayes, ja que els seus escrits desaparegueren en la guerra del francès i posteriorment en un incendi de l'Acadèmia de Segovia. Del seu treball en el Congrés de París, Ciscar no l'anomena en els informes que periòdicament enviava a Langara, però es tenen notícies que dissenyà un aparell comparador, construït per Lenoir, de gran precisió, per a comparar les mesures espanyoles entre si i amb el metre.

Al novembre de 1798, per fi, s'iniciaren els treballs de la comissió internacional, als locals de l'arxiu de la Marina (Plaça Vendôme). A la introducció de la *Memoria Elemental* que publicà Ciscar, en finalitzar el congrés (Madrid, 1800), podem llegir el nom dels vint-i-tres assistents. Per part de l'Institut de França: Borda, Brisson, Coulomb, Darcet, Delambre, Lagrange, Laplace, Lefevre, Legendre, Mechain i Prony. Els delegats estrangers foren Aeneas i Van-Swinden, per la República Bàtava (Holanda); Balbo per Cerdanya, reemplaçat després per Vassalli; Bugge, per Dinamarca; Ciscar i Pedrayes pel regne d'Espanya; Fabbroni per la República Toscana; Franchini per la República Romana; Maschêroni, per la República Cisalpina; Multedo, per la República de Ligúria; i Trallés per la República Helvètica.

En l'article de Sánchez i Valera (1994) trobem dates i detalls del congrés, de com les reunions de l'any 1798 es dedicaren a comprovar l'ús dels instruments que Delambre i Mechain havien utilitzat en la triangulació i, com l'any següent es constituïren tres comissions per repartir-se el treball. La primera que s'encarregà d'establir la longitud del metre segons la longitud atribuïda al quadrant del meridià. La segona amb l'encàrrec de comparar les regles emprades en la mesura de les bases. I la tercera que determinaria la unitat de pes. Ciscar s'incorporà a la primera al febrer, a la mort de Borda.

Quan Ciscar s'incorporà a la comissió, ja s'havien revisat les observacions de Delambre i mancaven les de Mechain. Posteriorment, es mesurà l'arc del meridià, i es determinà l'aplatament de la Terra fent ús de les observacions que havia fet, en el seu dia, Jorge Juan al Perú. Es determinà amb exactitud la mesura del grau mitjà decimal, ja que la centmil·lèsima part havia de ser el nou metre. Hem de recordar ací que el meridià terrestre s'havia dividit en

Ciscar no tornà immediatament, va esperar la construcció de quatre jocs de pèndols i patrons que havien de ser realitzats a París. Era optimista i pensà que ben prompte es generalitzaria l'ús del nou sistema de mesures.



400 graus, com a fruit de la decimalització aprovada a França i, que aplegà, també, als graus i al temps. El 30 d'abril de 1799, en sessió general s'aprovà la proposta de la comissió del nou metre. El 3 de juliol es disoldria la comissió, no sense abans haver aprovat les mesures de pes i haver construït els patrons, els del metre a càrrec d'Etienne Lenoir i el del quilogram, de Nicolàs Fortin.

Ciscar no tornà immediatament, va esperar la construcció de quatre jocs de pèndols i patrons que havien de ser realitzats a París. Era optimista i pensà que ben prompte es generalitzaria l'ús del nou sistema de mesures. El 30 d'octubre inicià el retorn. Pedrayes es quedarà un temps més a París. Ja a Madrid, Ciscar redacta i supervisa l'edició de la *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidasdecimales*.

Des de finals de 1800 i, fins a l'esclat de la Guerra del Francès, trobem Gabriel Ciscar a Cartagena dedicat a tasques docents i científiques. Entre altres manuals que voran la llum en aquest període, destaquem l'encàrrec reial de la redacció del *Curso de estudios elementales de la Marina*, una de les seues obres clau, que ha tingut moltes reedicions i que ha servit per a la formació de no poques generacions de civils i militars de la marina. Rebé en aquest temps el nomenament de brigadier.

L'home d'estat i el polític liberal

A punt d'esclatar el conflicte amb Napoleó, el Gabriel Ciscar brigadier ocupava el càrrec de Comandant General d'Artil·leria de Marina. Era una de les persones més distingides de Cartagena. Els fets de maig de 1808 a Madrid tindrien efectes a altres ciutats i quan són conegudes les abdicacions reials





Fugirà a Gibraltar i passarà els darrers anys de la seua vida a l'exili, dedicat a l'escriptura de poesia.

a Baiona en favor de Napoleó, el poble de Cartagena pren l'Ajuntament de la ciutat i fa proclamar rei a Ferran VII, es constituí la Junta Local de Guerra, de la qual Ciscar formarà part des del primer moment, sumant-se a la causa del poble i, com diu Laparra (1995), sent el responsable del repartiment d'armes als ciutadans. Aquest mateix any Ciscar és designat per formar part de la Junta Central Suprema del Regne, de la qual serà secretari. El març de 1809 és nomenat governador militar de Cartagena; en una ràpida carrera política, serà secretari d'Estat en 1810 i, a l'any següent, les Corts de Cadis el nomenaran per primera vegada regent interí del Regne, amb el general Blake i Pedro Agar, a l'espera del rei Ferran. Ciscar va consolidant el seu posicionament polític sempre al costat del bàndol liberal. El 1812 s'aprovà la Constitució i, a mitjans de l'any següent, el conflicte bèl·lic anava decantant-se a favor del front patriòtic. A França es signà la pau de Valençay entre Napoleó i el representant de Ferran VII, però sense l'aprovació de la regència, que era partidària d'alinear-se amb les potències que anaven a resultar victorioses a les guerres napoleòniques, per molt que la decisió li trencava els plans

al monarca. Ferran VII torna a Espanya iniciant un regnat de conspiracions, passant de ser «*el deseado*» a ser el rei *Felón*. Amb el suport rebut per part dels absolutistes a través del Manifest dels Perses d'abril de 1814 es promulgà el Reial Decret de 4 maig de 1814 on es deixen nuls i sense cap valor ni efecte la Constitució de 1812 i tots els decrets emanats de les corts de Cadis. Al mes següent ordenà l'apresament de Ciscar, Agar i altres polítics liberals. Ciscar serà desterrat a Cartagena i després a Oliva.

Separat de la vida política, Ciscar passà uns anys administrant les seues propietats a la Safor. A l'inici del Trienni Liberal (1820-1823) tornà a ser nomenat conseller d'estat. Va ascendir a Tinent General i se li va concedir la Gran Cruz de San Hermenegildo, la carrera militar de Gabriel Ciscar havia tocat sostre. De l'any 1821 és la publicació de la darrera obra científica, dedicada a la metrologia, *Apuntes sobre medidas pesos y monedas...*, com continua el títol, pot considerar-se una segona part de la *Memoria Elemental*. Però, com que la tranquil·litat no podia durar massa, arribà, de nou, l'amenaça absolutista, ara de la mà de la Santa Aliança, filla del Congrés de Viena i que agrupava les potències vencedores sobre Napoleó, que s'atorgava el dret d'intervenir en qualsevol país per frenar l'avanç del liberalisme. Les corts decidiren traslladar el rei fins a Sevilla, davant la nova invasió francesa dels *cent mil fills de Sant Lluís*, ja que el rei conspirava constantment amb les potències del Congrés de Viena per a retornar a l'absolutisme. Finalment i, com a conseqüència de l'actitud del monarca, les corts decidiren incapacitar-lo i, nomenaren una nova regència: Gabriel Ciscar, Cayetano Valdés i Gaspar Vigodet. Una vegada més les Corts a Cadis, ara amb el rei i, el duc d'Angulema es situà a les portes de la ciutat i, començà el setge, el rei acabà acollint-se a la protecció de l'invasor, proclamant-se, de nou, rei absolut i retornant a l'Antic Règim. Entre els primers decrets que el monarca signà (octubre 1823), ja a la Dècada Ominosa, foren la condemna a mort dels tres regents i la confiscació dels seus béns.

Ciscar fugirà a Gibraltar i passarà els darrers anys de la seua vida a l'exili, gràcies a l'ajuda de Lord Wellington, dedicant-se a l'escriptura d'obra poètica: *Ensayos poéticos* i *Poema físico-astronómico*. Mor el 12 d'agost de 1829 i, és enterrat al cementeri de Gibraltar. Des de 1860 les restes mortals de Gabriel Ciscar descansen, junt amb Jorge Juan, a la capella del Panteó de marins il·lustres manada construir a l'illa de San Fernando a Cadis.

Gabriel Ciscar no va poder veure acabada la missió que més el va honorar, la implantació del Sistema Mètric Decimal, hauríem d'esperar uns nous temps i uns nous governants. L'any 1849 es publicà la Llei de Peses i Mesures, preveient l'entrada en vigor a partir de l'any 1853, diferents retards i moltes crítiques no ho feren possible fins a l'u de gener de 1880.

L'emplaçament de l'expedició de Méchain i Biot al Montgó

Juan José Ortuño

President de l'Associació Astronòmica Marina Alta

L'any 1790, França es proposa crear el sistema mètric decimal. El *Bureau des Longitudes* decidix que el valor del metre seria la deumilionèsima part del quadrant del meridià terrestre que creuava la ciutat de París. Es pretenia que aquesta línia fóra el meridià 0^o del món. Era impossible mesurar tot el quart del meridià, així que es van mesurar dos arcs iguals al nord i sud del paral·lel 45^o.

Hi ha diversa bibliografia sobre el tema, però a tall d'introducció, exposem breument els fets:

Els treballs geogràfics de la **1a expedició (1792-1798)**, van ser encarregats a Jean B. J. Delambre i a Pierre F. A. Méchain. El primer triangulària l'arc nord del meridià, entre Dunkerque i Rodez. Méchain, s'encarregaria del mesurament cap al sud, entre Rodez i Barcelona. Amb ell van col·laborar tres comissaris espanyols (José Chaix, José Rodríguez i Juan López).

En la **2a expedició (1803-1804)**, Méchain va viatjar per Catalunya, València i les Illes Balears. El 23 d'abril de 1804, estant a Dénia amb el cònsol de França, Jean Morand, va pujar al cim del Montgó, i va mesurar la seua altura, obtenint un valor de 758,94 m. Méchain mor a Castelló el 20 de setembre de 1804 a causa de febres palúdiques.

La **3a expedició (1806-1808)**, va ser la represa dels treballs de triangulació inacabats per Méchain. Estos van ser encarregats a Jean B. Biot i a François J. D. Arago. Els van acompanyar en el seu viatge pel nostre país, els comissaris espanyols José Chaix i José Rodríguez.

Hi ha opinions diverses sobre quina és la situació del vèrtex del triangle (anomenat *Montgó*), i de la caseta, on Biot i Arago van emplaçar els seus instruments per tal de realitzar les triangulacions. El propòsit d'aquest article és determinar el lloc (si va ser al cim, o vora les restes d'una caseta que hi ha a les proximitats de la Creueta de Dénia). També pretén intuir l'itinerari seguit per a accedir a l'estació des d'on van realitzar els treballs geogràfics.

Triangulacions
Catalunya-País Valencià-Balears

Gravat de l'època

Ortofoto PNOA-IGN (Desert-
Espadà-Cullera-Montgó-Eivissa-
Formentera)



Cartografia actual

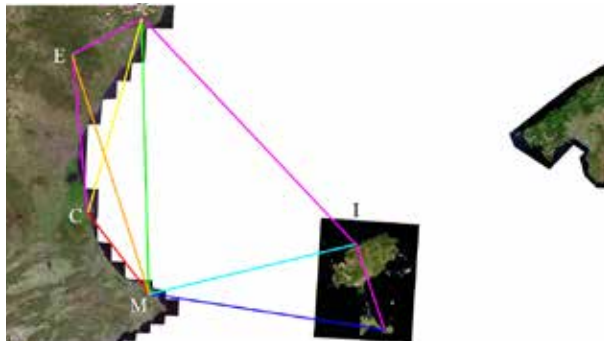
Encara que els treballs geodèsics se solen emplaçar als punts més elevats i visibles, podem sospitar que no fou així en aquest cas a causa de la dura climatologia hivernal. El cim del Montgó, per la seua altitud i situació geogràfica pròxima al mar, està exposat a forts vents i inclemències que dificultarien seriosament l'estada i els treballs de les persones de l'expedició. Com contem Biot i Arago [1], dalt del Montgó feia un vent molt fort, i hagueren de construir una caseta amb pedres. Ací tenim un primer argument a favor de la situació del vèrtex prop de la caseta, i no al cim del Cap Gros.

Així, doncs, es degué triar un emplaçament que, encara que més avall (-42 m), no dificultava l'observació, però sí que estava menys exposada a les adversitats de l'hivern, com pot ser el cim obert del cim d'una muntanya.

Una altra font per a la determinació del vèrtex la trobem en el Diccionari i Atlas de Pascual Madoz [2]. En l'apartat en què es parla dels treballs geogràfics a Dénia, es citen les coordenades de l'estació del Montgó, longitud 60 24' 46" E i latitud 38° 48' 23" N. Referides aquestes al Meridià de Cadis, si les convertim respecte al Meridià 0^o actual, ens situen la caseta de Biot a l'Alt de l'Emboixar, a una distància de 59,41 m de la caseta pròxima a la creu.

Un tercer procediment per a esbrinar la situació del vèrtex es basa en les dades aportades per Biot i Arago [1]. En l'actualitat, la tecnologia informàtica ens permet traslladar tots aquells treballs a modernes cartografies i detallar-les sobre ortofotos aèries [3].

Molts dels actuals vèrtexs geodèsics a les muntanyes es van establir a partir d'aquelles expedicions franceses. Posteriorment, els geògrafs espanyols, com el General Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (fundador de l'Institut Geogràfic Nacional, 1870), van consolidar aquells i van establir els inicis de la xarxa geodèsica espanyola. Algunes marques se se-



nyalitzaven amb monticles. Al principi eren simples amuntaments cònics de pedra, temps després, pilars de pedra i morter, i actualment blocs de formigó.

En conseqüència, si acceptem que els vèrtex actuals corresponen als usats pels francesos en aquests llocs, tenim identificats els vèrtexs d'aquelles triangulacions, i podem indicar-los sobre les ortofotos.

Com que a més, a l'obra de Biot i Aragó [1] s'indiquen els angles dels triangles, podem determinar els mesuraments de tots els triangles observats i esbrinar el nostre vèrtex.

Es tracta de localitzar gràficament, d'una manera aproximada, la zona d'observació sobre el Montgó des de la qual es van realitzar a febrer de 1807, mesuraments geodèsics per al meridià de París.

La triangulació es realitza sobre l'ortofoto PNOA-IGN (ETRS89 i H31) de l'Institut Geogràfic Nacional.

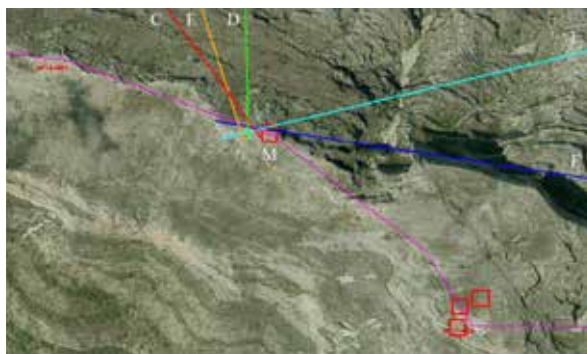
1. Es situen els punts D, E, C, I, F (Desert, Espadà, Cullera, Eivissa, Formentera, respectivament), segons les fitxes de vèrtexs geodèsics de l'IGN. Les coordenades dels punts E i C, han de convertir-se de H30 a H31.

2. Des dels punts anteriors, es tracen les alineacions amb els angles anotats en 1807. Per descomptat, no s'hi utilitzen els angles de l'estació Montgó, perquè és la incògnita a determinar. Existint un excés esfèric, se seleccionen els valors angulars dels triangles la suma dels quals és més pròxima a 1800.

El resultat és que, si partint dels anteriors vèrtexs localitzats, tracem les línies que convergeixen al Montgó sobre plans actuals, la representació gràfica dels treballs d'aquella època ens porta de nou a les proximitats de la caseta de l'Alt de l'Emboixar.

Sobre l'ortofoto, s'aprecia clarament l'agrupament molt pròxim a la caseta. La zona d'intersecció obtinguda de les línies, difereix un màxim d'uns 70 m amb el molló de pedra que hi ha situat a 11 m de la paret més pròxima a la caseta.

Convergència de les triangulacions sobre ortofoto PNOA-IGN



Els quadrats indiquen la situació de construccions, de les quals "M" és la Caseta de Biot.

(MT.16 és la Creueta de Dénia, i MT.17, és el vèrtex geodèsic del Montgó).

La coincidència entre els dos procediments ens porta a afirmar que els savis francesos s'establiren en aquesta caseta, des d'on van desenvolupar els seus treballs de triangulació.

Com a curiositat, en el Cadastre de 1952, figuren les delimitacions de termes municipals. Atés que les fites de la línia de termes són els antics monticles de pedra, resulta que la caseta està al T. M. de Xàbia mentre que el molló de pedra és al de Dénia.

La caseta que direm «de Biot»

Decidits tots els vèrtexs de la triangulació, mariners i pobletans, van participar en el muntatge i manteniment de les estacions amb els seus reverbers. Com es conta en el *Recueil*, al novembre de 1806 començà el muntatge de l'estació del Montgó. A l'Alt de l'Emboixar, es va situar una tenda de campanya i una cabana de taules (1). Després d'aquesta instal·lació inicial, la barraqueta de fusta va ser destrossada pel vent, i hagueren de construir-ne una de pedra.

Les crestes de calcària del lapiaz van servir per a alçar una construcció sòlida i adequada, amb murs d'1 m d'ample i entre 1,50 i 1,80 m d'altura.

A 8 m a l'est de la cabana, hi ha un monticle de pedres amb 2,40 m de base ("MT" en Cadastre-1952), i 3 m més a l'est, un molló amb una possible inscripció «OM», (Meridien o Méchain?), que recorda l'estada dels expedicionaris (*PORN-Montgó. Apéndices*, fitxa. 031).

Aquest refugi ($z=710$ m), es troba a uns 430 m al sud-est de la Creueta de Dénia, ("MT.16" en Cadastre-1952 i $z=698$ m). A l'est de la caseta, es van instal·lar els reverbers.

Caseta de Biot i estació al Alt de l'Emboixar



Caseta, fita de termes i molló de l'estació

Molló (cara nord)

Aquest accés els permetia arribar a l'estació evitant un dur recorregut per l'esquerp terreny de la part superior de la muntanya.

La caseta de Méchain?

Des de la caseta de Biot, uns 560 m cap al sud-est, es troba al cim del Montgó ("MT" en Cadastre-1952 i $z=752$ m), i allí trobem tres construccions més. Aquestes són més rudimentàries, apilant pedres de l'entorn en murs baixos.

Prenent com a referència el mateix cim, al nord (al T.M. de Dénia), hi ha un parapet rectangular obert, de pedra, d'uns 8x5 m. Al nord-oest (sobre la línia de T.M.), un habitacle simple i semicircular, també obert, d'uns 5 m, i a l'oest (al T.M. de Xàbia), un conjunt format per quatre (o cinc) espais contigus amb un total d'uns 22x9 m.

Aquestes construccions estan edificades segons el relleu del terreny, i orientades les dos primeres al nord-est i la tercera al sud-oest. En la primera construcció tornem a trobar, en els seus murs laterals, una orientació amb un angle d'uns 20° , respecte del NG, semblant a la declinació magnètica de $1804=20,50^{\circ}W$, (segurament, una simple coincidència amb l'orografia de la zona).

Méchain va estar al cim del Montgó per a mesurar-ne l'altura, i en aquella època, per a la determinació de l'altitud d'una estació, s'anotaven dades trigonomètriques de distàncies recíproques al zenit, de la depressió de l'horitzó, l'altura relativa a altres estacions i també valors baromètrics [4] i [5].

El baròmetre de mercuri s'ajusta prenent com a base de referència el nivell de la mar, però per als mesuraments es requereix un oratge clar i estable, perquè les dades obtingudes estaran condicionats a les variacions de pressió provocades pels canvis meteorològics. Méchain, en conseqüència, i com a científic, va haver de realitzar diversos mesuraments per a després obtenir un valor mitjà.

Així doncs, va poder utilitzar-se alguna construcció per a una possible estada d'uns pocs dies. El que no podem assegurar és si va ser obra de Méchain o es va aprofitar un refugi de pastors ja exist-

ent, ja que el Montgó va ser utilitzat, fins a mitjans del segle XX, com a lloc de pasturatge de cabres i ovelles.

Així ho proven cavitats naturals tancades amb murs de maçoneria de pedra en sec i diversos recintes d'edificació semblant, en aquesta muntanya. Aquestes construccions es realitzaven per no haver de pujar i baixar cada dia, i donar recer a ramat i persones.

Les construccions s'emplaçaven en llocs arrestrats i des d'on poder vigilar el ramat als pastos. Uns utilitzaven coves i abrics, altres construïen, amb major o menor cura, recintes tancats, utilitzant pedres de l'entorn apilades com a murs o aprofitant enclavaments rocosos adequats.

Als vessants nord i sud del cim, qui va fer aquestes construccions, per a observació, refugi humà o corrals de ramat, (per a l'estiu i l'hivern), i el seu ús en el passat, requereixen una investigació més detallada, encara que per als mesuraments de Méchain, és possible que poguera ser utilitzada la construcció del nord del cim, ampli i amb visibilitat cap a la població de Dénia.

De tota manera, podem determinar, basant-nos en la informació arreglada en aquest article, i amb seguretat, que les expedicions geogràfiques al Montgó van tindre lloc en dos enclavaments diferents de la muntanya, Méchain al cim (mesurament de l'altura del Montgó, 1804), i Biot, Aragó i Chaix a l'Alt de l'Emboixar (triangulació i mesuraments del Meridià de París, de 1806 a 1808).

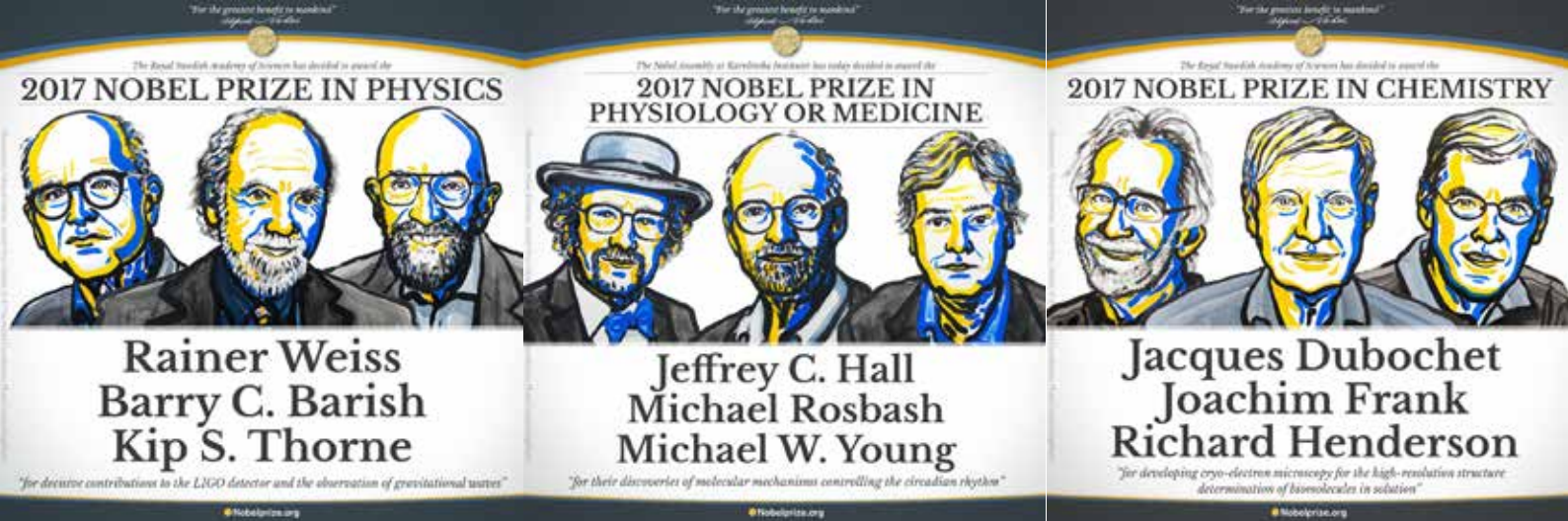
I, sens dubte, tots els recintes més amunt referits van haver de ser utilitzats en el pasturatge de muntanya.

Referències

- (1) Biot et Arago. 1821. Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques.
- (2) P. Madoz (1845-1850). Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico y Atlas de España y sus posesiones de Ultramar.
- (3) Juan J. Ortuño (2016-17). Estudios.
- (4) F. Arago (1854-1859). Oeuvres complètes.
- (5) A. Ten. 1996. Medir el metro.



ROLSER



PREMI NOBEL DE FÍSICA 2017

Luciano Lücken · 4t ESO IES Matemàtic Vicent Caselles Costa

Enguany el premi Nobel de física ha sigut atorgat a dos científics d'Estats Units i un d'Alemanya, aquests són: Rainer Weiss (Alemanya), Barry C. Barish (EE.UU.) i Kip S. Thorne (EEUU). Han rebut el premi per la seua aportació en la **detecció de les ones gravitacionals**, encara que cal mencionar que no han sigut el únics que han treballat en aquest projecte, formen part dels centenars de científics que han fet possible aquest descobriment.

Les ones gravitacionals són part de la Teoria de la Relativitat General d'Albert Einstein, elaborada fa més de cent anys. Einstein va predir el que eren les ones gravitacionals i ho va encertar, però també va predir que per la debilitat que tenen aquestes ones en arribar a la Terra, serien impossibles de ser detectades.

Les ones gravitacionals són perturbacions, que viatgen a la velocitat de la llum, en l'espai-temps que forma l'univers. Aquestes perturbacions es donen després d'alliberaments de grans quantitats d'energia, com podria ser, per exemple, la col·lisió de dos forats negres.

Un dels efectes de les ones gravitacionals és el de modificar la longitud dels objectes en una quantitat molt petita. Per la debilitat de les ones quan arriben a la Terra, aquesta variació de la longitud és quasi inapreciable, es tracta d'una mil·lèsima part de la mida d'un protó (10^{-18} m). Per aquest motiu s'ha tardat més de cent anys a detectar-les, ja que a més que la variació és tan petita, aquesta variació s'ha de poder distingir del «soroll» d'altres fenòmens físics que poden afectar en la mesura d'un objecte, com ara, els terratrèmols, l'activitat humana, les ones del vent, etc.

Els tres científics guanyadors del premi Nobel treballaven en l'observatori LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*), el qual va detectar, per primera vegada, una ona gravitacional el 14 de Setembre del 2015, encara que l'anunci públic d'aquest descobriment no

va tindre lloc fins l'11 de febrer de 2016. L'ona gravitacional provenia de la col·lisió de dos forats negres que va tindre lloc fa uns 1300 milions d'anys.

Per poder observar l'efecte d'una ona gravitacional van utilitzar un interferòmetre amb dos braços de 4 km cadascun i perpendiculars entre ells, a fi que el pas de l'ona els deformara de manera desigual. Dins d'aquests braços llum làser molt potent es reflectia diverses vegades al final i al principi de cada braç, donant a aquesta una longitud pràctica de 1120 km. La velocitat de la llum en el buit és un constant universal i invariable, propietat que permet mesurar exactament l'efecte de l'ona gravitacional, és a dir, la variació de la mida del braç. Mesuraven constantment el temps que tardava la llum a fer tot el trajecte i d'aquesta manera si el temps que tardava a fer el recorregut en un braç s'incrementava o decreixia respecte de l'altre braç, sabien que es tractava d'una ona gravitacional. A més, per a confirmar la detecció, aquesta s'havia de produir també en un altre interferòmetre situat a gran distància del primer.

Després de la primera detecció, s'han donat tres casos d'ones gravitacionals detectades més. Totes tres també provinents de la col·lisió de dos forats negres.

Actualment, hi ha dos laboratoris amb interferòmetres de LIGO (un a Hanford, EUA i l'altre a Livingston, EUA) a 3002 km. de distància l'un de l'altre. Hi ha un altre laboratori amb un interferòmetre, anomenat VIRGO, als afores de Pisa, Itàlia (aquest laboratori es va unir a LIGO l'agost del 2017). També s'estan construint dos laboratoris nous, un a Japó, anomenat KAGRA, i un altre a l'Índia, que formarà part de LIGO.

La detecció de les ones gravitacionals ha obert moltes portes i és un descobriment molt important que ens podrà donar molta informació sobre coses com estrelles de neutrons en rotació, supernoves i, fins i tot, informació de l'univers primitiu.



PREMI NOBEL DE MEDICINA 2017

Carlos Lilienthal · 1Batxillerat · IES Matemàtic Vicent Caselles Costa

Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash, de la Universitat de Brandels, en Boston, i Michael W. Young, de la Universitat Rockefeller, en Nova York, han sigut guardonats amb el premi Nobel de Medicina pels **descobriments del funcionament a nivell molecular dels ritmes circadians**, els quals fan que animals i plantes adaptin els seus ritmes biològics amb les rotacions de la Terra i ens informen en quin moment del dia ens trobem. Encara que es tenia constància de l'existència del rellotge biològic intern des de fa molt de temps, es desconeixia realment com funcionava; se sabia que no depenia únicament de la llum solar, però no es podia explicar.

La primera contribució a la **cronobiologia** la va fer el 1729 l'astrònom Jean-Jacques d'Ortois de Mairan, el qual va experimentar amb mimoses, unes plantes amb unes fulles que s'obren durant el dia i es tanquen a la nit. Va agafar les plantes i les va aïllar de la llum solar, observant que aquestes continuaven amb els seus cicles d'obertura i tancament diaris independentment de la llum solar, fet que va donar les primeres pistes.

Més tard, altres investigadors confirmaren que aquest rellotge intern estava present en animals i humans. Franz Halberg el va anomenar, el 1950, *cicle circadià*, paraula que prové de *circa*, que significa, en llatí, al voltant de, i *dies* de dia. L'any 1962, Michael Siffre va fer grans investigacions en el camp del somni amb el seu propi cos, en part, motivat per la carrera espacial i per estudiar com reaccionaria el cos en aquestes noves condicions. Es va aïllar durant dos mesos a 100 metres sota de terra, en una cova on la temperatura no sobrepassaven el zero graus celsius en cap moment. Va donar lloc al naixement de la cronobiologia en humans. També el 1960, Jürgen Aschoff i Rütger Wever aïllaren grups de persones en búnquers de la Segona Guerra Mundial observant

que les persones presentaven ritmes de 24 a 25 hores i en els casos més extrems de 29 hores.

El 1971, Seymour Benzer i Ronald Konopka van estudiar si aquest mecanisme podia estar relacionat amb un gen. Per a comprovar-ho induïren, mitjançant substàncies químiques, mutacions en les descendències de mosques de la fruita (*Drosophila*), comprovant que algunes presentaven cicles alterats, cosa que associaren a un gen. Però foren Jeffrey C. Hall i Michael Rosbash els científics que el 1984 repetiren l'experiment amb moltes més mosques de la fruita (*Drosophila*) aconseguint aïllar el gen que van denominar gen PER (de període). El **gen PER** és el responsable de codificar una proteïna que van anomenar PER. Aquesta proteïna s'acumula en les cèl·lules durant la nit i es degrada durant el dia, en cicles de 24 h. Però encara faltava la peça que controlava aquestes oscil·lacions, es a dir, l'activitat de PER.

L'any 1994, Michael W. Young va aconseguir aïllar un segon gen, el gen TIM que produeix proteïnes que s'uneixen a les de PER i entren conjuntament al nucli de la cèl·lula i tenen capacitat de inhibir el procés de producció de PER i així tancar el cicle.

Anys després descobriren altres proteïnes implicades en l'activació de PER i proteïnes responsables de sincronitzar aquest cicle amb la llum solar per fer-lo més estable.

Gràcies a aquesta sincronització, els nivells de PER oscil·len en ritmes de 24 hores i podem saber en quin moment del dia ens trobem encara que no tinguem llum solar. De matí es troben en nivells alts que van disminuint fins a la nit, quan de nou tornen a pujar. Però aquesta proteïna, a més a més, regula les hores de major temperatura corporal, les hormones, l'humor, el nostre comportament, el metabolisme i ací és on adquireix encara més rellevància la troballa.

PREMI NOBEL DE QUÍMICA 2017

Alba Andrés · 4t ESO · IES Matemàtic Vicent Caselles Costa

El premi Nobel de Química 2017 s'ha concedit a Jacques Dubochet de la Universitat de Lausana, Suïssa, Joachim Frank de la Universitat de Colòmbia, EEUU i a Richard Henderson, investigador del Laboratori de Biologia Molecular MRC a Cambridge.

Han obtingut aquest premi pel **desenvolupament de la criomicroscòpia electrònica la qual ha permès contemplar, amb gran detall, quina és l'estructura i les característiques de les biomolècules que formen el nostre organisme**.

Han pogut observar proteïnes que provoquen resistència a quimioteràpies contra el càncer, els antibiòtics contra infeccions, etc.. Aquesta tecnologia ha permès també obtindre fotografies del virus Vike, la causa de l'epidèmia d'infants nascuts amb danys cerebrals a Brasil i, gràcies a les imatges tridimensionals que van obtenir, pogueren començar a buscar fàrmacs amb els que combatre la infecció.

Es començaren a utilitzar diversos mètodes per a poder observar les diferents biomolècules a mitjans del segle XX, com ara la cristal·lografia de raigs X i l'espectroscòpia de ressonància magnètica, però s'aconseguien imatges bidimensionals, borroses i en blanc i negre, fins que es va començar a utilitzar

el microscopi electrònic, que utilitza electrons per a fer visibles estructures molt petites.

Gràcies a Henderson, que l'any 1990 se les va enginyar per a aconseguir una imatge tridimensional d'una proteïna a resolució atòmica combinant cristal·lografia i imatges bidimensionals, es va demostrar el potencial de la tecnologia.

L'aportació de Frank va desenvolupar un mètode de processament de les imatges bidimensionals difuses per a analitzar-les i fusionar-les per a revelar una estructura tridimensional.

Per la seua part, Dubochet, a principis dels anys 80, va aconseguir vitrificar l'aigua que s'utilitzava per a observar les biomolècules; la congelava amb la suficient rapidesa per a solidificar-se al voltant de la molècula i mantenir la seua forma natural.

La resolució atòmica desitjada es va assolir l'any 2013 i ara es poden produir les estructures tridimensionals de biomolècules de forma rutinària, des de proteïnes que causen resistència als antibiòtics, fins la superfície del virus Zika.

Finalment, com expressen des de la Fundació Nobel, «la bioquímica s'encara ara a un desenvolupament explosiu i està preparada per a un futur emocionant».

Tumors en 3D per a combatre el càncer infantil

Marc Gil Cervera · 1r BAT IES · Pedreguer

Lucas Krauel és un cirurgià català de l'hospital Sant Joan de Déu de Barcelona, conegut per utilitzar impressores 3D per replicar tumors en el plàstic i poder practicar abans de l'operació, ja que aquests tumors que replica són originats per un càncer que afecta principalment xiquets i es forma en teixits. Krauel pretén amb aquestes maquetes poder assajar i a l'hora de l'operació no cometre cap error, ja que aquest tumor envolta vasos sanguinis i artèries fent-los molt difícils d'operar. Amb aquest procediment no sols practiques l'operació, a més, redueixes el temps que tardes i al mateix temps t'evites qualsevol complicació.

El cirurgià Lucas Krauel ha aconseguit amb èxit quatre operacions de neuroblastoma (aquest tipus de càncer) que altres especialistes del seu gremi

havien etiquetat com a impossibles. Aquestes operacions van ser assajades prèviament per ell i el seu equip mèdic. Segons conta el cirurgià, la pràctica amb aquestes maquetes no li va fer ser millor que un company amb molta experiència, però el va ajudar a controlar els nervis ja que sabia el que havia de fer i amb què es trobaria al començar l'operació.

¡La idea de fabricar maquetes per assajar es va poder fer possible gràcies a un grup d'enginyers que li van fer la proposta. Aquestes maquetes van ser proporcionades per la Universitat Politècnica de Catalunya que van agafar les proves TAC i les ressonàncies per formar maquetes amb plàstic dur per simular els ossos i òrgans i una resina blaneta per simular el tumor.

Bioplàstics amb limonè i sense bisfenol A

Andrea Ortolá. 2n Batxillerat. IES A. Llidó. Xàbia

Actualment, podem trobar els policarbonats (un tipus de plàstic) per tot arreu, des d'una funda del mòbil fins a la finestra d'un avió, fet que explica que tinguen tones d'aquest material, també, per tot el món. Però, un dels inconvenients d'aquests materials, és que en la seua preparació participa el bisfenol A, a qual, segons alguns estudis, se li atribueixen efectes nocius per a la salut, i que està considerat per l'Agència Europea de Substàncies i Mesclures Químiques com a un producte preocupant.

Ara, un grup d'investigadors de l'Institut Català d'Investigació Química (ICIQ), ha desenvolupat un mètode per a produir policarbonats a partir del limonè i CO_2 , dos productes abundants en la natura. A través d'un procés catalític que permet l'acoblament controlat entre el CO_2 i l'òxid de limonè, s'aconsegueix que la cadena del polímer tinga parts rígides que originen un policarbonat més sostenible i menys tòxic.

L'objectiu dels investigadors era trobar alternatives al bisfenol A, ja que en diversos països com França, Canadà o Dinamarca, està prohibit el seu ús, perquè en concentracions molt menudes, pot causar desequilibris en el sistema hormonal, entre altres, i perquè a més, s'obté a través del petroli que no és renovable.

Un dels majors avantatges és que és biodegradable, de manera que es descompon en períodes curts de temps, gràcies a les accions de microorganismes, cosa que suposa una nova opció per al reciclatge.



A més, una de les coses més característiques del biopolímer derivat del limonè, és que té la temperatura de transició vítria més alta mai descrita per a un policarbonat, fet que tinga més aplicacions, com ara en el camp dels revestiments i adhesius destinats a envasos alimentaris, o altres funcions mecàniques i de resistència.

Els investigadors són conscients de la dificultat per a aconseguir grans quantitats de limonè, a més de la d'haver de substituir a les fàbriques de plàstics tot el bisfenol A i totes les línies de producció implicades. per això, plantegen l'opció de realitzar un canvi gradual, per anar afegint a la recepta del plàstic xicotetes quantitats de limonè al principi per anar augmentant-les gradualment, fins eliminar totalment el bisfenol A.





MIGUEL IZU
El crimen del sistema métrico decimal
 NOVELA · Berenice

Catalina Luque
 Professora de Llengua i Literatura · IES Antoni Llidó

Tal vegada heu vist en alguna ocasió un conegut programa de monòlegs humorístics d'una cadena de televisió privada. En un d'eixos monòlegs, Dani Rovira explicava les unitats de mesura andaluses: *el pelín, la mijilla, el peazo, la jartá, la pechá i el huevo*. I les definia: «*cuatro pelines es una mijilla, seis mijillas y media es un peazo, cuarto y mitad de peazo es una jartá, seis jartás y media es una pechá i seis pechás y cuarto es un huevo*». Al mateix temps assenyalava que les unitats de mesures del sistema mètric decimal són inútils per a la major part de la població en la seua vida quotidiana. Qui ha necessitat mai saber què és un hectolitre? De fet, l'única unitat la utilitat de la qual reconeix l'humorista és el gram (i no cal comentar res més).

Doncs eixa mateixa oposició entre els sistemes de mesures tradicionals i el sistema mètric decimal està a la base de la novel·la que us proposem hui: *El crimen del sistema métrico decimal*, de Miguel Izu. La novel·la d'este jurista i polític navarrés, finalista del premi Fernando Lara de novel·la al 2016, desenvolupa una trama de novel·la negra al voltant del debat que el 1849 va aprovar l'adopció del sistema mètric decimal a l'estat espanyol.

Izu mostra l'oposició de part del partit moderat a la mesura. Consideraven una pèrdua de la independència nacional adoptar un sistema forà (i, a més a més, francès i revolucionari!). El més graciós és que el partit moderat era el partit del govern i el que proposava la mesura. El partit progressista, a l'oposició, la defensava i considerava imprescindible adoptar un sistema que era racional, que havia estat adoptat per part dels països de l'entorn, i que posaria fi a l'enorme varietat de mesures a tot l'estat i a les dificultats d'establir equivalències entre elles. Els ultraconservadors també esgrimien les seues raons: el poble, il·letrat, no podria assimilar uns noms tan estranys ni podria dominar les operacions de canvi d'unes unitats a altres. El sistema tradicional, basat en meitats i quarts, es considerava molt més intuïtiu i més fàcil d'operar.

Durant el debat, el ministre Bravo Murillo i el diputat que defenia la proposta al congrés són objecte d'un atemptat. Al principi la investigació policial no té cap més pista que la declaració d'un dels assassins que va vincular l'atemptat amb la votació de la llei de pesos i mesures.

És precisament el comissari, Pedro Arróniz, el protagonista de la novel·la. Es tracta d'un exmilitar progressista (una *rara avis* en aquells temps

incerts), veterà de les guerres carlines i les revoltes dels esclaus a Cuba, que intenta dur a terme una investigació malgrat la sospita que els seus superiors li han amagat informació i volen fer-lo arribar a unes conclusions que ell creu falses. I té tota la raó perquè l'atemptat contra Bravo Murillo amaga moltes més coses que un debat sobre la llei de pesos i mesures.

Arróniz no té molta experiència com a comissari però intenta aplicar els principis científics de la investigació policial d'Eugène-François Vidocq exposats a una biografia que el comissari llig en francès!!! Vidocq va ser primer lladre, després el primer director de la *Sûreté* francesa i finalment el fundador de la primera agència de detectius. Amic de Balzac, la seua figura va inspirar Víctor Hugo i Poe, que el van prendre com a model per les seues creacions literàries.

Arróniz no està a soles en esta investigació. Afortunadament troba entre els caps de districte un company tan honrat i incorruptible com ell. I afortunadament, Arróniz té també el suport de la seua núvia no oficial, una vídua de bona família, progressista i independent, que dona el puntet feminista que últimament han de tenir totes les novel·les mostrant dones que trenquen (moderament) els models establerts i que van més enllà d'allò socialment acceptable per a la seua època.

Les conseqüències derivades de la decisió d'Arróniz d'arribar fins el final i no deixar-se influir pel camí marcat pels seus superiors mostren les sempiternes malediccions de la política espanyola: la corrupció i la connivència entre poder i els interessos del capital. Per sort, la investigació no arriba a posar als conspiradors contra les cordes i, per tant, el comissari no ix massa malparat.

Malgrat tot això hem de dir que no estem precisament davant d'una obra mestra. És, com a molt, una novel·la que es pot llegir encara que les dissertacions de tipus històric que apareixen de tant en tant trenquen el desenvolupament de la trama. Aquest punt és comú a moltes obres actuals de temàtica històrica que semblen veritables tractats d'història, economia, política i costums populars. La necessitat de crear un marc que el lector pugua entendre trenca artificialment el ritme de la història i dona una sensació d'artificialitat no gens agradable. No critiquem el treball de documentació de l'autor però sí el fet que l'erudició pot matar l'interès en la història i perjudica la construcció de l'aparell narratiu *una mijilla*.



DAUALDEU

Edició digital

<http://meridia-zero.jimdo.com>



Ajuntament
de
Pedreguer



Ajuntament de
Beniarbeig



AJUNTAMENT
DE
GATA DE GORGOS



XÀBIA

A J U N T A M E N T

AJUNTAMENT  D'ONDARA



ACADÈMIA
VALENCIANA
DE LA
LLENGUA



GOVERN
PROVINCIAL
ALACANT
La Dipu dels pobles

AMPAS

IES Antoni Llidó - Xàbia

IES Historiador Chabàs - Dénia

IES Matemàtic Vicent Caselles - Gata de Gorgos

IES Número 1 - Xàbia

IES Pedreguer