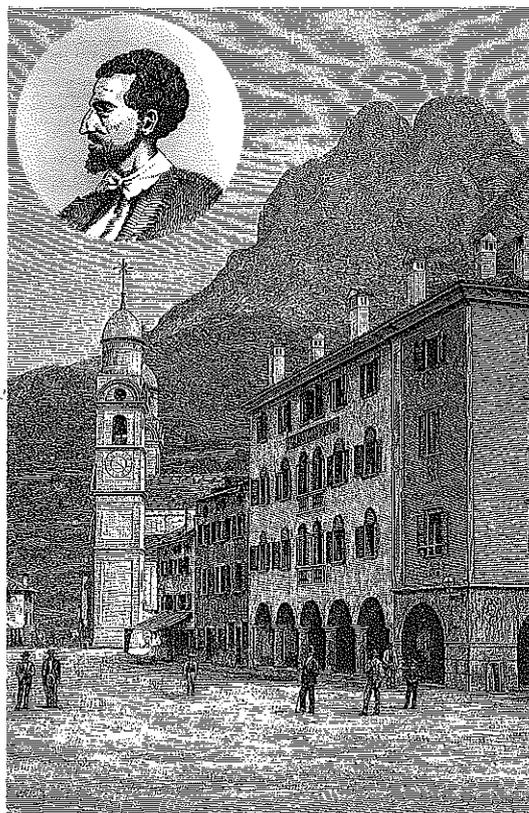


Paolo Agnoli - Giulio D'Agostini

# Perché il Metro Cattolico di Burattini è lungo... un metro?

La proposta di un ingegnoso  
agordino del '600



Estratto da  
**La grande cordata**  
Suppl. a "Le Dolomiti Bellunesi" - Natale 2008  
Patrocínio: Comune di Agordo e Sezione Agordina del CAI



# **Perché il Metro Cattolico di Burattini è lungo... un metro?**

**La proposta di un ingegnoso  
agordino del '600**

Estratto da  
**La grande cordata**  
Suppl. a "Le Dolomiti Bellunesi" - Natale 2008  
Patrocínio: Comune di Agordo e Sezione Agordina del CAI



## Perché il Metro Cattolico di Burattini è lungo... un metro?

La proposta di un ingegnoso agordino del '600

Paolo Agnoli, Giulio D'Agostini (\*)

**T**ito Livio Burattini (1617-1681), un ingegnoso agordino sconosciuto al grande pubblico, propose nel 1675 un sistema di unità di misura basato sull'unità di tempo, il secondo. In tale sistema l'unità di lunghezza era data dalle dimensioni di un pendolo semplice che oscilla in un secondo. Burattini chiamò tale unità *metro cattolico*, intendendo con l'aggettivo sottolineare l'universalità della sua proposta.

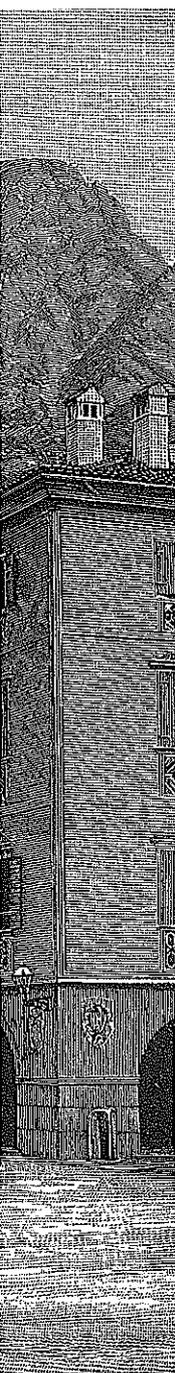
Poco più di cento anni dopo, in piena Rivoluzione, nasceva in Francia un'omonima unità di lunghezza, ma con ben altra definizione. Essa doveva rappresentare la decimilionesima parte del quarto di meridiano (e non la "quarantamilionesima parte" del meridiano! – dettaglio filosofico di non poco conto, anche se di irrilevanza pratica, sul quale ritorneremo nel seguito). Questo è il metro che usiamo oggi, anche se dal 1791 ad oggi, come vedremo, la sua definizione è stata modificata per ben tre volte.

A parte l'omonimia, le definizioni dei due metri sono decisamente diverse, la prima legata al secondo (e quindi al giorno solare medio) mediante l'accelerazione di gravità, la seconda alle dimensioni della Terra.

Ci potremmo domandare, come curiosità, quanto sarebbe il nostro campione di lunghezza se la storia fosse andata diversamente e oggi usassimo il metro cattolico di Burattini. L'esercizio è elementare. Basta invertire la famosa formula che fornisce il periodo del pendolo semplice data la sua lunghezza e l'accelerazione di gravità, prestando attenzione al fatto che Burattini intendeva per oscillazione, o 'vibrazione', una singola elongazione (ovvero tale pendolo ha un periodo di due secondi).

Il risultato è che useremmo un'unità di misura più corta di quella corrente di appena sei millimetri. Per intenderci, se visitassimo un ipotetico paese, che

*Agordo. La casa natale dello scienziato in una stampa dell'Ottocento (arch. Loris Santomaso)*



potremmo chiamare Agordo (luogo d'origine del Nostro, ndr), in cui la vita è regolata dal metro di Burattini invece che dal nostro metro non ci accorgeremmo di nessuna differenza rilevante: un soffitto di tre metri cattolici ci parrebbe come un nostro soffitto di tre metri, un campo di calcio di 120 metri cattolici ci parrebbe grande come un nostro campo di calcio, e così via. Anche se Usain Bolt, correndo come ha corso a Pechino, impiegherebbe 5 centesimi di secondo in meno per coprire i cento metri cattolici dell'ipotetica pista agordina. Ma nemmeno lui saprebbe attribuire il nuovo record alla pista più corta o ad una migliore prestazione.

La coincidenza dei due metri è quantomeno sorprendente, se si pensa a definizioni così differenti. Ovviamente curiosità di questo genere possono avere un'origine assolutamente casuale, e non siamo di quelli che si mettono a confrontare le dimensioni delle piramidi d'Egitto con le costanti fondamentali della fisica. Ma in questo caso abbiamo dei forti dubbi, corroborati da diversi indizi, che la cosa sia stata voluta da chi scelse il nostro metro.

Per capire il nostro interesse in questa questione e le ragioni dei nostri sospetti che forse non si tratta di una semplice coincidenza riteniamo importante una premessa. Inizialmente, qualche anno fa, nessuno di noi due conosceva né Tito Livio Burattini, né il suo metro cattolico, né tanto meno, più genericamente, il *'pendolo che batte i secondi'*. Tutto cominciò quando uno di noi due chiese all'altro se avesse mai notato che un pendolo semplice di un metro compie una singola oscillazione in un secondo (per l'esattezza 1,0035 s). Esercizi sul pendolo ne avevamo fatti tanti ma non avevamo mai prestato attenzione a questa curiosità. E quindi la risposta fu negativa. (Successivamente ci siamo divertiti a porre la domanda ad amici e colleghi, la maggior parte dei quali rimaneva sorpresa dal fatto curioso. Anche chi si era accorto della coincidenza l'aveva presa per assolutamente casuale, o al più la spiegava con il fatto che nella formula del semiperiodo del pendolo il  $\pi$  greco si semplifica con la radice quadrata di 9,8, valore numerico dell'accelerazione di gravità espressa in metri al secondo quadrato).

Avendo escluso ogni motivazione fisica per la coincidenza (perché mai un pendolo lungo la quarantamilionesima parte della circonferenza massima di un pianeta sferico dovrebbe oscillare con un semiperiodo pari alla 86400 – ma parte del periodo di rotazione del pianeta?), abbiamo cominciato ad investigare sulla nascita del Sistema Metrico Decimale. Ci siamo così imbattuti nel *'pendolo dei secondi'*, a lungo considerato il miglior candidato per l'unità di lunghezza, e nei suoi promotori, fra i quali il nostro Tito Livio Burattini. E tale pendolo era ben noto a chi scelse la peculiare frazione di meridiano che definisce il metro. Ciò ovviamente ci

in cui la vita è  
ci accorgerem-  
olici ci parrebbe  
metri cattolici ci  
ne se Usain Bolt,  
i di secondo in  
ina. Ma nemme-  
ad una migliore

ensa a definizio-  
o avere un'origi-  
a confrontare le  
ella fisica. Ma in  
i, che la cosa sia

i nostri sospetti  
ortante una pre-  
eva né Tito Livio  
nente, il *'pendolo*  
ll'altro se avesse  
ngola oscillazio-  
ne avevamo fatti  
sità. E quindi la  
la domanda ad  
al fatto curioso.  
utamente casua-  
odo del pendolo  
erico dell'accele-

é mai un pendo-  
ma di un plane-  
o – ma parte del  
gare sulla nasci-  
*'pendolo dei secondi'*,  
a, e nei suoi pro-  
a ben noto a chi  
ò ovviamente ci



La lapide sulla casa  
natale di Piazza Libertà  
ad Agordo  
(arch. L. Santomaso)

fece insospettare. Abbiamo quindi cercato di capire perché fu scelto il nostro metro, con quella precisa definizione alquanto innaturale, il *decimilionesimo del quarto* di qualcosa. Francamente, non ci hanno convinto né il motivo di basare l'unità di misura sul meridiano né quello di usare tale frazione di meridiano come unità pratica.

Ma le nostre sorprese non erano terminate. Dulcis in fundo, veniamo a "scoprire" (si fa per dire – ovviamente si tratta di cose ben note ai pochi addetti ai lavori, ma sembra quasi solo a loro) che pure gli americani, interessati anch'essi in quegli anni ad una riforma metrologica, erano propensi all'adozione del pendolo e auspicavano un accordo internazionale sulle unità di misura. Ma le loro buone intenzioni vennero freddate dalla scelta repentina e unilaterale dei francesi di uno standard che era universale a parole ma a tutti gli effetti francese.

Ma procediamo con ordine. Nei prossimi paragrafi ripercorreremo rapidamente le varie tappe della storia delle unità di misure di lunghezza. In particolare, analizzeremo con un certo dettaglio gli eventi che durante la Rivoluzione Francese portarono alla nascita del Sistema Metrico Decimale e commenteremo sul rifiuto, a nostro avviso – anticipiamo – più che giustificato, degli americani di adottare il metro dei francesi. Ovviamente ricorderemo anche le proposte originali ed estremamente moderne di Burattini, anche se occorre ammettere che esse rappre-

sentano più che altro una curiosità storica, in quanto isolate e di nessuna rilevanza per gli sviluppi metrologici che seguirono la pubblicazione del suo libro.

#### I. DA UNITÀ ANTROPOMETRICHE A UNITÀ PRESE DALLA NATURA

Come è facilmente comprensibile, le prime unità di lunghezza erano legate all'uomo. Esse potevano essere parti del corpo umano, come il piede, il braccio o il palmo. O potevano essere legate alle sue azioni, come 'un giorno di cammino' o 'un tiro di sasso', o alla sua sensibilità percettiva, come il curioso 'muggito di toro', ancora in uso in Lettonia mezzo secolo fa per indicare la distanza massima da cui tale suono è udibile.

Con il passar del tempo l'approccio antropico – o antropomorfo, se ci limitiamo a dimensioni di parti del corpo umano – raggiunse un certo livello di astrazione e furono introdotte delle lunghezze di riferimento, senz'altro arbitrarie, ma uguali per tutti i membri di una certa comunità. Il primo campione antropomorfo di cui si ha traccia certa è il cubito egiziano, standardizzato intorno al 2600 a.C. in un pezzo di marmo di circa mezzo metro (infatti il cubito corrispondeva alla lunghezza dell'avambraccio, misurata dalla punta del gomito a quella del dito medio a mano aperta).

Una delle unità di misura di questo genere che ha riscosso maggior successo in varie epoche e che è giunta fino a noi è senz'altro il piede. Eppure, il piede romano era sensibilmente diverso dall'odierno *foot* delle misure anglosassoni e dai tanti piedi di cui si faceva uso nella Francia del diciassettesimo e diciottesimo secolo, quando si sentì la necessità di stabilire degli standard nazionali e possibilmente internazionali. La ragione di questo bisogno va ricercata sia nello sviluppo del metodo sperimentale e dei processi industriali che nell'intensificarsi degli scambi scientifici, tecnologici e commerciali.

Infatti, con il passare dei secoli la situazione metrologica era decisamente peggiorata rispetto a quella esistente ai tempi dei romani, quando il piede regnava sovrano ed era lo stesso in tutto il vasto impero. Come ci ricorda Burattini, "*accìò che la loro misura fusse eterna, la fecero scolpire in molti luoghi del loro vastissimo Dominio.*" "*Ma – continua – il tempo nemico acerrimo della perpetuità terrena in non molti secoli ha logorato tutti quei segni e marchi che con tanta diligenza dagli Antichi Romani erano stati impressi, e ha fatto riuscir vana la loro credenza.*"

Nell'epoca che stiamo considerando le unità di misura differivano non soltanto da nazione a nazione, ma addirittura da regione a regione e da città a città. E, anco-

nessuna rilevanza  
del suo libro.

za erano legate  
iede, il braccio o  
o di cammino' o  
muggito di toro',  
massima da cui

se ci limitiamo a  
o di astrazione e  
rarie, ma uguali  
opomorfo di cui  
2600 a.C. in un  
ondeva alla lun-  
a del dito medio

gior successo in  
e, il piede roma-  
glosassoni e dai  
o e diciottesimo  
onali e possibil-  
a nello sviluppo  
ensificarsi degli

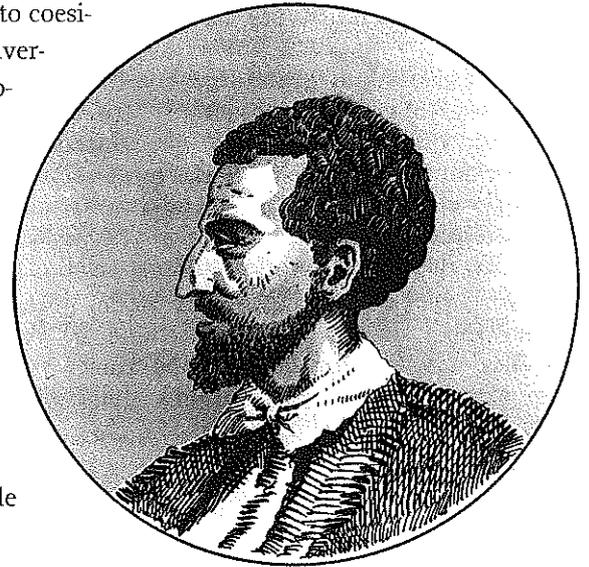
samente peggio-  
e regnava sovra-  
tini, "accidò che la  
ssimo Dominio."  
n non molti secoli  
chi Romani erano

no non soltanto  
à a città. E, anco-

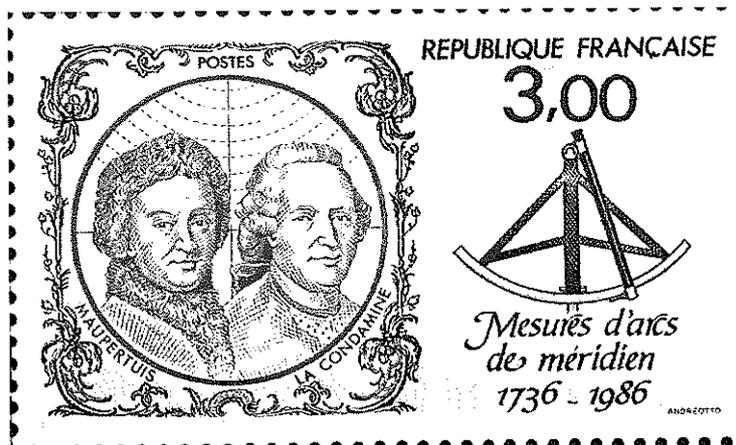
ra peggio, poteva accadere che nello stesso posto coesistessero unità dallo stesso nome ma di valore diverso. La situazione peggiore, un vero caos metrologico, era senz'altro in Francia dove sono stati stimati circa 800 nomi diversi per le sole unità di lunghezza, per un totale di circa 250.000 campioni, se si considera la disuguaglianza di campioni omonimi. Non è quindi un caso che già agli inizi della Rivoluzione Francese la riforma delle unità di misura sia stata posta fra le priorità dell'Assemblea Nazionale. Di fatto, più che una finezza di filosofi illuministi e di uomini di scienza si trattava di un problema sociale al quale porre urgente rimedio.

Ma quali unità adottare? Si sarebbe potuto imporre per legge l'uso di alcune unità preesistenti, ad esempio quelle in uso a Parigi, ed in particolare dagli scienziati dell'Accademia di Francia. Ma si capiva bene che sarebbe sembrata un'imposizione al resto della collettività. Inoltre, e in questo lo spirito illuministico si faceva sentire, tali unità non sarebbero mai state accolte con favore dalle altre nazioni. Occorrevano quindi unità naturali, ovvero prese dalla natura e quindi di tutti, da tutti riproducibili e invarianti nel tempo, in quanto non dipendenti strettamente da un certo campione, che poteva venire danneggiato o distrutto.

Del resto, l'idea di usare unità naturali, giustificata dai motivi che abbiamo appena visto, era nell'aria da oltre un secolo. A quei tempi, nei quali le nostre attuali conoscenze della struttura fondamentale della materia non erano nemmeno immaginabili, le sole unità naturali concepibili e praticabili erano quelle legate alla Terra, come le sue dimensioni e il suo periodo di rotazione (o di rivoluzione). In particolare, al tempo in cui i rivoluzionari si proponevano di porre fine al caos metrologico che regnava in Francia, l'unità di lunghezza che sembrava più naturale e che riscuoteva maggiore consenso era quella del pendolo che oscilla con un ben preciso periodo, sebbene non fossero mancate proposte in cui si prendeva come riferimento la grandezza della Terra.



*Tito Livio Burattini  
in un ritratto  
immaginario (arch.  
Loris Santomaso)*



Frontespizio di Misura  
Universale di Tito Livio  
Burattini

Francobollo commemorativo delle spedizioni francesi per misurare il grado di meridiano all'equatore (La Condamine (1701-1774)) e al circolo polare artico (Pierre Louis Maupertuis (1698-1759))

## 2. IL PENDOLO DEL SECONDO

L'idea di usare il pendolo come standard di lunghezza non è sorprendente. Dopo le prime intuizioni e gli studi pionieristici di Galileo alla fine del sedicesimo secolo, seguiti da sviluppi sperimentali e teorici lungo tutto il secolo successivo, le proprietà del pendolo erano ben conosciute e le sue potenzialità pratiche già sfruttate, da quando nel 1657 Huygens aveva realizzato il primo orologio a pendolo. In altre parole il pendolo fu visto come un oggetto capace di interconnettere spazio e tempo. Si comprende quindi con quanto entusiasmo fu salutata la possibilità di basare l'unità di lunghezza, da sempre imperfetta e arbitraria, a qualcosa di regolare e durevole, come lo è il ripetersi dei fenomeni celesti.

A quel tempo non c'era dubbio su quale dovesse essere l'unità di misura del tempo. Già dall'antichità la rotazione della Terra aveva fornito l'unità naturale del tempo, successivamente raffinata in quella di giorno solare medio, a sua volta suddiviso in ore e secondi. Si noti come la suddivisione del giorno in frazioni di nome proprio si ferma all'intervallo di tempo prossimo al periodo del battito del cuore umano, che rappresenta quindi una sorta di scala di tempo naturale della nostra specie. Il pendolo che oscillava in un secondo, ovvero di periodo due secondi, venne chiamato *pendolo del secondo*, o *dei secondi*, oppure *pendolo che batte il secondo*, a guisa di un metronomo.

Le prime proposte di usare il pendolo del secondo risalgono alla seconda metà del 1600 (la prima data che si usa citare è il 1660), legate a diversi studiosi della nascente Royal Society inglese e allo stesso Huygens. L'unità di misura che si pen-



pendente. Dopo  
sedicesimo seco-  
lo successivo, le  
pratiche già  
orologio a pendo-  
interconnettere  
salutata la possi-  
raria, a qualcosa

à di misura del  
unità naturale del  
edio, a sua volta  
no in frazioni di  
do del battito del  
o naturale della  
riodo due secon-  
o che batte il secon-

seconda metà del  
si studiosi della  
misura che si pen-

sava di far derivare da esso era semplicemente la sua lunghezza (circa 99,4 cm) oppure una frazione di essa, come il *pie de orario* proposto da Huygens e pari ad un terzo di essa (si noti la saggezza della definizione di Huygens: la ridefinizione del piede, invece dell'introduzione di un'unità completamente nuova, avrebbe facilitato l'accettazione di una eventuale riforma da parte della popolazione).

Fra la seconda metà del 1600 e la fine del 1700 il pendolo del secondo era stato studiato da molti scienziati e la sua lunghezza era stata determinata con grande accuratezza in vari posti della Terra, essendo nota la sua dipendenza dalla accelerazione di gravità, che varia con la latitudine e l'altezza sul livello del mare. E, in effetti, l'osservata crescente lunghezza del pendolo del secondo dall'equatore alle regioni polari forniva una delle prove dello schiacciamento della Terra. Lo stesso Newton, basandosi sul suo modello ellissoidale della Terra aveva stimato la lunghezza del pendolo del secondo a diverse latitudini ed il suo valore a 45 gradi era di 440,428 *linee* francesi, ovvero 99,353 cm.

Insomma, era noto ben prima della Rivoluzione Francese che il pendolo del secondo era praticamente lungo... un metro.

### 3. UNITÀ BASATE SULLE DIMENSIONI DELLA TERRA

L'altra possibilità che si presentava agli scienziati era quella di ancorare l'unità di lunghezza alle dimensioni della Terra. Ma misurare accuratamente la Terra è tutt'altro che semplice, sebbene la prima stima del suo meridiano risalga al periodo ellenistico, essendo stata eseguita da Eratostene nel III secolo avanti Cristo.

In pratica, si trattava di misurare la lunghezza di un grande arco di meridiano (si ricorda che un grado di meridiano misura circa 111 chilometri) ed estendere il risultato alla sua interezza. L'ampiezza dell'arco veniva determinata mediante osservazioni astronomiche e sua lunghezza mediante la tecnologia dell'epoca, che poteva essere quella dei traguardi successivi, dell'uso di una ruota calibrata o di triangolazioni.

Le prime proposte di basare l'unità di lunghezza sulle dimensioni della Terra sono approssimativamente contemporanee a quelle ispirate al pendolo. Nel 1670 Gabriel Mouton aveva suggerito di usare la lunghezza di un minuto di arco della Terra lungo un meridiano e l'aveva nominata *miglio geometrico* o semplicemente *miglio*, in pratica l'antenato dell'attuale miglio nautico. Questa è in effetti un'unità molto comoda per applicazioni geografiche e per la navigazione, in quanto dà una conversione immediata fra il valore di longitudine, che è quanto si misura

direttamente (ad esempio con un sestante) e la posizione sul globo. Per quanto riguardava applicazioni pratiche era necessaria una frazione delle dimensioni umane. Mouton proponeva il millesimo del suo miglio, quindi un po' meno di due metri, che egli chiamò 'virga'.

Durante il 1700 c'erano state molte misure del grado di longitudine (e di latitudine) in diversi posti della Terra, anche se non ci furono vere proposte concrete di derivare da esso, in qualche modo, una unità di lunghezza da usare nella vita quotidiana. Gli interessi erano invece sia legati alla cartografia, alla quale abbiamo accennato sopra, e alla determinazione della forma della Terra. Quest'ultima era sentita come un tema caldo da quando Newton aveva proposto il modello ellissoidale della Terra con schiacciamento ai poli, del quale aveva anche stimato l'entità. Il più grosso contributo allo sviluppo di tali conoscenze è dovuto proprio ai francesi che a metà del '700 avevano inviato spedizioni sia all'equatore che al circolo polare per stabilire la lunghezza del grado di meridiano a latitudini estreme, dovendo tale lunghezza aumentare con la latitudine in caso di effettivo schiacciamento ai poli. (I risultati di tali campagne, che confermarono l'ipotesi newtoniana, furono che un grado di meridiano misura 56748 tese all'equatore, diventa 57027 tese intorno a 45 gradi, per raggiungere le 57438 tese in prossimità del circolo polare - la tesa vale 194.9 cm).

#### 4. CONVERGENZA INTERNAZIONALE VERSO IL PENDOLO DEL SECONDO

Le buone intenzioni degli scienziati di cambiare le unità di misura rimangono nel mondo delle idee se non interviene una volontà politica in grado di legiferare in tal senso e, successivamente, di far applicare la legge. Il problema fu affrontato in modo serio per la prima volta, e circa negli stessi anni, in Francia, Gran Bretagna e Stati Uniti. Il fatto che il programma francese sia stato il solo ad avere successo è dovuto ad una concomitanza di diverse cause. Senz'altro lo spirito illuminista e l'atmosfera rivoluzionaria aiutarono i legislatori a prendere decisioni rapide, mettendosi alle spalle retaggi del passato. Ma, come abbiamo già detto, fu il particolare caos metrologico che regnava in Francia sotto l'Ancien Régime che spinse i rivoluzionari a inserire la riforma metrologica nella loro agenda. Insomma, come si dice, a volte l'ordine può nascere dal caos.

Nel marzo del 1790 fu presentato all'Assemblea Nazionale un progetto di riforma metrologica a firma del Talleyrand e l'unità di misura proposta era proprio il pendolo del secondo, misurato ad una latitudine di riferimento di 45 gradi.

lobo. Per quanto delle dimensioni un po' meno di (e di latitudini poste concrete di re nella vita quotidiana quale abbiamo Quest'ultima era modello ellissoi- stimato l'entità. proprio ai fran- re che al circolo titudini estreme, fettivo schiaccia- ipotesi newtonia- quatore, diventa prossimità del cir-

UNDO

a rimangono nel o di legiferare in fu affrontato in a, Gran Bretagna d avere successo ito illuminista e ioni rapide, met- o, fu il particola- me che spinse i Insomma, come ggetto di riforma a proprio il pen- gradi.

Un paio di mesi dopo, dall'altra parte dell'Atlantico, veniva sottomesso alla Casa dei Rappresentati un *Plan for establishing uniformity in the Coinage, Weights, and Measures of the United States*. Il relatore era Jefferson, allora Segretario di Stato e che nel 1801 sarebbe diventato terzo presidente degli Stati Uniti. Anche in questo caso il pendolo era alla base dell'unità di lunghezza, sebbene la soluzione tecnica fosse quella di una barra oscillante ("pendolo composto") invece che quella di un pendolo semplice.

Nell'introduzione al documento Jefferson afferma di essere a conoscenza del progetto di Talleyrand e di aver cambiato, sulla base di questo, la latitudine di riferimento da 38 gradi, centrale per gli Stati Uniti, a 45 gradi, decisamente più scomoda per gli americani e quindi un chiaro segnale di disponibilità a compromessi in vista di un auspicato accordo internazionale (il fatto che Jefferson non solo desiderasse, ma credesse fortemente in tale accordo è testimoniato dalle sue vivaci proteste seguenti la scelta unilaterale francese del meridiano, come vedremo nel seguito).

Un'analoga riforma del sistema di pesi e misure veniva discussa quello stesso anno nel parlamento britannico. Anche in questo caso il pendolo del secondo era l'indiscusso protagonista, ovviamente, almeno nella prima bozza, misurato alla latitudine di Londra. Ma John Riggs Miller, promotore della riforma, era in contatto con Talleyrand e quindi possiamo immaginare che ci fosse ampio margine per compromessi. Il pendolo del secondo era anche supportato da scienziati tedeschi. Insomma, è un dato di fatto che, al momento in cui l'Accademia delle Scienze francese si accingeva a scegliere l'unità di lunghezza, il pendolo del secondo sembrava il candidato più naturale a tale ruolo. Eppure, come sappiamo, fu scelta un'altra unità, più lunga del pendolo del secondo soltanto di alcuni millimetri.

##### 5. LA MISURA UNIVERSALE DI TITO LIVIO BURATTINI

Torniamo un momento indietro di 115 anni, a quando Tito Livio Burattini pubblicava in Polonia il trattato *Misura Universale*. In esso questo ingegnoso personaggio dai molteplici interessi (che spaziavano dalla matematica alla fisica, dall'astronomia alla geodesia e alla politica – il vulcanico agordino fu egittologo, inventore, architetto, imprenditore, costruttore di strumenti e di macchine volanti; condusse spedizioni diplomatiche e addirittura gestì la zecca della Polonia) proponeva il pendolo come unità di misura di lunghezza.

Come abbiamo visto, egli non fu il primo ad avere tale idea, ma bisogna ricono-

scergli senz'altro autonomia, originalità e lungimiranza, pur dovendo ammettere che il suo lavoro non ebbe seguito. Che l'idea sia originale si evince, oltre che dalle sue affermazioni in proposito, dall'approccio ingenuo alla fisica del pendolo, del quale aveva una conoscenza ben lontana dai risultati a cui era giunto Huygens. Ad esempio egli afferma che la lunghezza da considerare è quella dal punto di sospensione fino al centro del corpo sospeso, indipendentemente dalle dimensioni di quest'ultimo, mentre Huygens aveva calcolato che a tale lunghezza va aggiunto un termine correttivo pari al raggio della sfera sospesa moltiplicata per  $i/5$  del rapporto fra tale raggio e la lunghezza del filo. O ancora più gravemente, Burattini ignora clamorosamente il fatto che la legge di isocronismo valga solo per piccoli angoli. Questo fa pensare che, dichiarando egli di avere eseguito tali esperimenti, le sue misure di tempo non erano molto raffinate e quindi il suo metro aveva una grossa incertezza intrinseca, nella quale ben rientra la dipendenza della lunghezza dall'accelerazione di gravità e quindi dalla latitudine e dall'altezza sul livello del mare, delle quali egli non si preoccupa (vedi sottotitolo del suo libro citato più avanti).

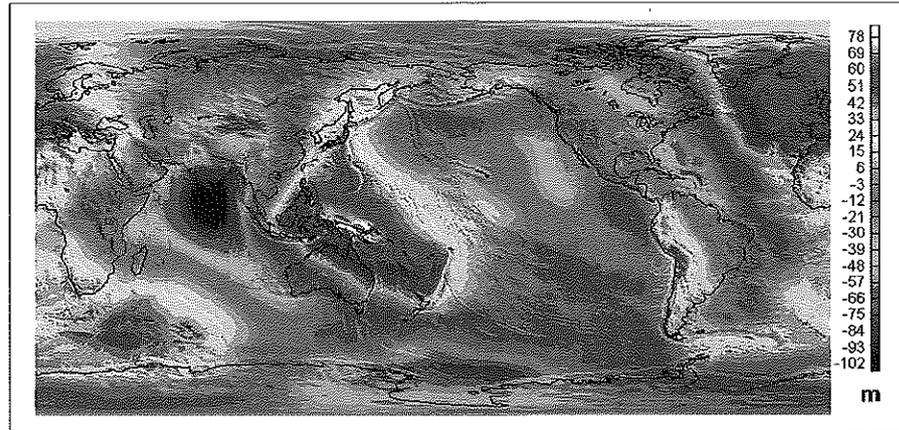
Il trattato di Burattini è per noi indubbiamente un libro curioso, nel quale si fondono felici intuizioni a conoscenza sommaria del pendolo, interessanti annotazioni storiche (come la definizione della libbra dei romani a partire dal piede) ad errori grossolani (nel proemio esordisce affermando che le Olimpiadi si tenevano ogni cinque anni), dettagli tecnici sulla costruzione del pendolo e sull'uso della bilancia, pedanterie aritmetiche e divagazioni numerologiche (sulla "durezza" del sette e sul fatto che esso causi "malattie e disastri"). Comunque, alcuni spunti sono veramente geniali.

L'ambizioso programma di Burattini è riassunto nel sottotitolo del suo libro, "Trattato nel qual si mostra come in tutti li Luoghi del Mondo si può trovare una MISURA, & un PESO UNIVERSALE senza che abbiano relazione con niun'altra MISURA, e niun altro PESO, & ad ogni modo in tutti li luoghi saranno li medesimi, e saranno inalterabili, e perpetui sin tanto che durerà il MONDO." Qui il termine universale è usato per la prima volta per un'unità di misura.

Quindi Burattini suggerisce di chiamare metro tale unità, e più precisamente metro cattolico (nel senso di universale), dal quale ricavare un peso cattolico (legato al metro cattolico mediante un certo volume di acqua, in analogia a quanto sarebbe avvenuto successivamente con il chilogrammo e quanto avevano fatto i romani, definendo la libbra dal piede): "Dunque li Pendoli saranno la base dell'opera mia, e da quelli cavarò prima il mio Metro Cattolico, cioè misura universale, che così mi pare di nominarla in lingua Greca, e poi da questa cavarò un Peso Cattolico".

endo ammettere  
 re, oltre che dalle  
 del pendolo, del  
 giunto Huygens.  
 ella dal punto di  
 e dalle dimensio-  
 le lunghezza va  
 moltiplicata per  
 più gravemente,  
 nismo valga solo  
 ere eseguito tali  
 e quindi il suo  
 ntra la dipenden-  
 titudine e dall'al-  
 di sottotitolo del  
 nel quale si fon-  
 pressanti annota-  
 ire dal piede) ad  
 iadi si tenevano  
 o e sull'uso della  
 alla "durezza" del  
 cuni spunti sono

o del suo libro,  
*rovare una MISU-*  
*l'altra MISURA, e*  
*i, e saranno inalte-*  
 universale è usato  
 più precisamente  
 n peso cattolico  
 analogia a quan-  
 to avevano fatto  
*no la base dell'ope-*  
*universale, che così*  
*Cattolico".*



Differenze fra la superficie equipotenziale della Terra ('geoid') e quella dell'ellissoide che meglio la approssima

Curiosamente, il metro cattolico differisce di soli sei millimetri dal nostro metro, mentre il peso cattolico (dato dall'acqua contenuta in un cubo di lato un sedicesimo di metro cattolico) gli viene un quarto del nostro chilogrammo (circa 244 grammi). In entrambi i casi si rammarica del risultato (*"Già ho detto quando parlava del Metro che la sua lunghezza era un poco maggiore di quello c'avrei desiderato che fusse, & ora dico, che 'l Peso Cattolico è un poco minore di quello c'io l'haverei voluto"*), ma si rassegna, in quanto *"non si può sforzar la natura, e bisogna lasciarla fare à suo modo"*.

#### 6. LA SCELTA DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE E LA REAZIONE AMERICANA

Torniamo ora al 1790, anno in cui il pendolo del secondo sembrava avviato a diventare lo standard internazionale di lunghezza. Infatti l'8 maggio di quell'anno l'Assemblea Nazionale aveva accettato la proposta del Talleyrand e aveva incaricato l'Accademia delle Scienze di procedere con i dettagli della riforma, fra i quali stabilire la suddivisione più conveniente per pesi, misure e valuta. La risposta a questa questione arrivò ad ottobre: venne raccomandato il sistema decimale, già per altro in uso negli Stati Uniti per la valuta. Nel frattempo, il 22 agosto re Luigi XVI aveva convertito in legge il decreto di maggio e aveva scritto al re d'Inghilterra, invitandolo ad aderire all'iniziativa.

Sembrava fatta. Il pendolo del secondo era stato scelto. Ciononostante, all'inizio dell'anno successivo avvenne una specie di rivoluzione metrologica all'interno della Rivoluzione e nel giro di qualche settimana il pendolo venne soppiantato a beneficio del meridiano. Il 16 febbraio del 1791 l'Accademia delle Scienze nomi-

nava una nuova commissione con l'esplicito compito di scegliere l'unità di misura, incurante della legge del 22 agosto dell'anno precedente. Chi agiva in questo modo doveva avere solidi appoggi all'interno dell'Assemblea Nazionale, che ci immaginiamo naturalmente riluttante a tornare sulla questione dopo un anno, con tutto quello che aveva da fare in quei tempi burrascosi. Il 26 marzo l'Assemblea Nazionale accettava la proposta dell'Accademia basata sul rapporto che la commissione da essa istituita aveva presentato il 19 marzo: la nuova unità sarebbe stato il decimilionesimo del quarto di meridiano.

Se si analizza il famoso *Rapport sur le choix d'une unité de mesure* (brevemente *Rapport* nel seguito), non si trovano forti argomenti contro il pendolo del secondo, al quale, anzi, viene riconosciuto "di meritare in generale la preferenza: essa presenta il vantaggio di essere la più facile da determinare e, di conseguenza, da verificare, nel caso in cui un incidente subito dai modelli ne comportasse la necessità." Il *Rapport* si pone il problema della dipendenza della lunghezza del pendolo dalla latitudine, ma la risolve proponendo il quarantacinquesimo parallelo, il quale, oltre che fornire una lunghezza media fra equatore e poli, ha anche il vantaggio di passare per la Francia. Si critica allora il secondo, che essendo la 86400 ma parte del giorno, è giudicato essere una frazione arbitraria (nel senso di non decimale) di un'unità naturale di tempo. Si finge, a nostro avviso, l'escamotage di suddividere il giorno in centomila parti nel tentativo estremo di salvare il pendolo (l'unità sarebbe così stata la lunghezza del pendolo che batte la centomillesima parte del giorno), ma alla fine, pur non fornendo il *Rapport* nessuna specifica debolezza del pendolo, questo viene scartato per questioni di 'naturalzza': è meglio che una lunghezza debba dipendere da altre lunghezze piuttosto che da un tempo. Fine di questa 'cronaca di una morte annunciata'.

Fra gli altri due candidati, il quarto di meridiano ha gioco facile sul quarto di equatore e la decimilionesima parte di tale quarto diventa l'unità pratica, senza che però si tenti minimamente di giustificare perché i quarti e non gli interi.

Non possiamo non essere d'accordo sul fatto che misurare un arco di equatore sia più difficile di misurare un arco di meridiano, e non soltanto perché in quel caso si tratta di eseguire le misure in regioni remote. C'è una ragione tecnica molto più profonda: mentre la misura di un arco di meridiano richiede la determinazione della differenza di latitudine degli estremi dell'arco la misura dell'arco di equatore richiede la determinazione della differenza di longitudine. Ma la longitudine è molto più difficile da misurare della latitudine, per una stima grossolana della quale basta alzare gli occhi al cielo. La determinazione della longitudine richiede infatti la sincronizzazione di orologi lontani e questo non era un problema facile per l'epoca.

e l'unità di misura  
 agiva in questo  
 razionale, che ci  
 e dopo un anno,  
 si. Il 26 marzo  
 ata sul rapporto  
 o: la nuova unità

ure (brevemente  
 ndolo del secon-  
 eferenza: essa pre-  
 nza, da verificare,  
 ità." Il *Rapport* si  
 dalla latitudine,  
 ale, oltre che for-  
 gio di passare per  
 arte del giorno, è  
 nale) di un'unità  
 ividere il giorno  
 nità sarebbe così  
 e del giorno), ma  
 zza del pendolo,  
 e una lunghezza  
 o. Fine di questa

il quarto di equa-  
 ratica, senza che  
 li interi.  
 o di equatore sia  
 hé in quel caso si  
 ca molto più pro-  
 minazione della  
 i equatore richie-  
 dine è molto più  
 della quale basta  
 ede infatti la sin-  
 ile per l'epoca.

Ma ai membri della commissione e queste ragioni tecniche non bastano. Con una certa retorica, 'populista' diremmo, vengono apportate anche argomentazioni di tipo socio-politico, che a loro giudizio dovevano rendere la nuova unità di misura accettabile da tutte le nazioni del mondo: solo poche popolazioni si trovano all'equatore, mentre ogni punto della superficie terrestre è attraversato da un meridiano. Quindi tutti gli abitanti della Terra sentiranno propria tale unità e la accetteranno facilmente. Il fatto che sia stata escogitata dai francesi è solo un fatto accidentale.

Il bello della retorica è che gli argomenti sembrano inizialmente convincenti, almeno fino a quando non vengono analizzati più a fondo. In questo caso è lo stesso *Rapport*, un paio di pagine dopo, a rovinare l'illusione. Dopo aver presentato il meridiano come universale e 'democratico' (l'aggettivo è nostro), si dichiara spudoratamente che il meridiano di Parigi è l'unico lungo il quale sarebbe stato possibile effettuare le misure proposte (*"Non possiamo trovare in Europa o in nessuna altra parte del mondo, a meno di misurare un angolo molto più grande, una porzione di meridiano che soddisfi allo stesso tempo la condizione di avere i punti estremi al livello del mare, e che attraversi il quarantacinquesimo parallelo, se non prendiamo la linea da noi proposta"*).

Insomma, tutti i meridiani sono uguali, ma qualcuno è più uguale degli altri! Tale affermazione dovette suonare come una presa in giro a chi, come Jefferson, era effettivamente interessato ad un accordo internazionale basato su una grandezza veramente naturale e universale. Così scriveva, indignato, il futuro presidente degli Stati Uniti al filosofo illuminista Condorcet, che era stato membro della commissione che aveva prodotto il *Rapport*, il 2 agosto del 1791: *"La sincerità mi obbliga a confessare che l'elemento di misura, adottato dalla Francia, non è quello che avrei approvato. [...] È soggetto, inoltre, all'obiezione che nessun'altra nazione, eccetto la Vostra, vi possa pervenire: poiché la Vostra è l'unica nazione in cui si possa individuare un meridiano che attraversi il quarantacinquesimo grado e che termini ad entrambe le estremità allo stesso livello. Possiamo allora affermare con assoluta certezza che questa misura è non-cattolica e, personalmente, avrei preferito vederVi lontano dal Cattolicesimo nella Vostra pratica religiosa piuttosto che nella Vostra filosofia"*. È difficile non essere d'accordo con lui. Quindi il rifiuto iniziale americano del metro non va imputato ad un atteggiamento conservatore (ricordiamo che la suddivisione decimale era stata già adottata per la valuta ed era proposta da Jefferson anche per pesi e misure – e non bisogna dimenticare che la vera rivoluzione, che ha semplificato la vita al mondo, non è tanto che il metro sia lungo quello che sappiamo, ma nell'adozione del sistema decimale per multipli e sottomultipli!) ma all'impossibilità di accettare un'unità di misura di fatto francese e verificabile solo in Francia.

## 7. PRIMA DETERMINAZIONE E SUCCESSIVE RIDEFINIZIONI DEL METRO

Decisa l'unità di lunghezza si trattava di costruirne un prototipo e diffonderne delle copie fra la popolazione e le altre nazioni interessate ad utilizzarlo. Ma quanto era lungo il meridiano? Come abbiamo detto, nel '600 e '700 c'erano state misure di crescente grado di accuratezza dell'arco di meridiano, alcune effettuate in regioni polari e all'equatore e che, combinate con quelle effettuate intorno al quarantacinquesimo parallelo, permettevano di valutare l'entità dello schiacciamento ai poli della Terra in un modello ellittico dei meridiani. Tale schiacciamento risultò essere di circa  $1/300$ , inteso come differenza relativa fra i due semiassi dell'ellisse, valore molto piccolo (si immagini un pallone da calcio schiacciato di 0.7 millimetri) ma non trascurabile se si voleva determinare accuratamente la lunghezza del meridiano.

Fra le varie misure di archi di meridiano ce n'erano state alcune grandiose lungo il meridiano che taglia la Francia da nord a sud passando per Parigi, per un totale di circa 950 chilometri. La più accurata di queste era stata portata a termine nel 1740. Se fosse stato usato il risultato di quella spedizione estrapolato ad un modello di Terra sferica ne sarebbe risultata un'unità di lunghezza di 443,44 linee (la linea vale 2,25583 nostri millimetri). Correggendo per lo schiacciamento terrestre si sarebbero ottenute 443,36 linee.

Ma gli accademici decisero che la misura andava ripetuta. Infatti nel *Rapport* si dichiararono confidenti che l'accuratezza della determinazione del decimilionesimo del quarto di meridiano sarebbe risultata più accurata per una serie di motivi, dei quali citiamo i due ritenuti più importanti. Innanzitutto l'arco sarebbe stato accresciuto, facendogli scavalcare i Pirenei fino a raggiungere Barcellona, per un totale di circa 1075 chilometri. In secondo luogo sarebbe stato usato un nuovo strumento per la misura degli angoli nelle triangolazioni e nelle misure astronomiche. Questo strumento era il *cerchio ripetitore*, inventato da Jean Charles Borda, capo della commissione che aveva redatto il *Rapport*.

Ma questa nuova campagna di misure richiese molto più tempo del previsto e, iniziata nel 1792, terminò solo nel 1798. Nel frattempo l'Assemblea Nazionale fremeva per avere almeno un prototipo provvisorio dell'unità di misura che aveva decretato, ma che gli accademici erano riluttanti a fornire per timore che venissero meno i finanziamenti per l'impresa in corso. Nella primavera del 1793 essi furono alla fine costretti a fornire una stima ufficiale di quello che proprio in quella occasione assunse il nome di *metro*. A quello che chiamarono il *metro provvisorio* essi assegnarono un valore di 443,44 linee, ovvero quello derivante dalle

po e diffonderne  
izzarlo. Ma quan-  
erano state misu-  
une effettuate in  
te intorno al qua-  
lo schiacciamen-  
schiacciamento  
due semiassi del-  
schiacciato di 0.7  
atamente la lun-

grandiose lungo  
righi, per un totale  
ata a termine nel  
ato ad un model-  
i 443,44 linee (la  
amento terrestre

tti nel *Rapport* si  
del decimilione-  
una serie di moti-  
to l'arco sarebbe  
gere Barcellona,  
e stato usato un  
i e nelle misure  
o da Jean Charles

o del previsto e,  
ea Nazionale fre-  
misura che aveva  
nore che venisse-  
era del 1793 essi  
o che proprio in  
ono il *metro prov-*  
o derivante dalle

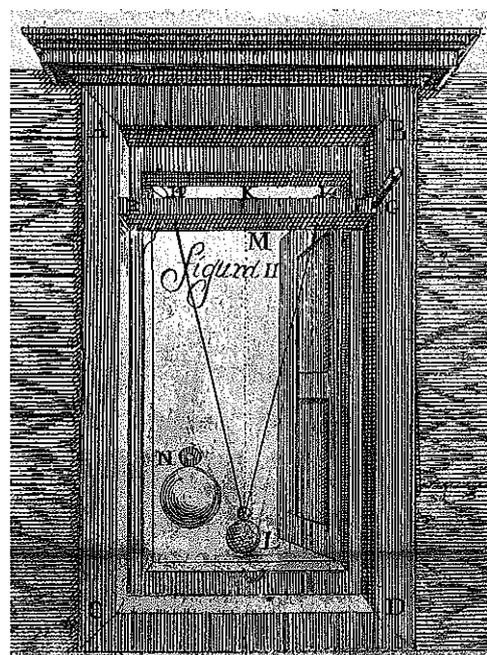
misure di mezzo secolo prima, ma senza la correzio-  
ne per lo schiacciamento della Terra.

Il campione definitivo del metro venne presentato  
solo nel giugno del 1799. Esso risultò lungo 443,296  
linee. In conclusione la spedizione del metro aveva  
modificato il metro provvisorio di poco meno di 0.3  
millimetri, ... ma nel verso sbagliato (il valore attua-  
le del decimilionesimo del quarto di meridiano,  
espresso nelle vecchie unità francesi, è pari a  
443,398 linee).

Non abbiamo spazio per fare qui la storia della diffu-  
sione del metro nel mondo dal 1799 ad oggi, ma pos-  
siamo ricordare brevemente che inizialmente essa  
fu tutt'altro che tranquilla. Pur essendo riconosciuto  
come uno dei più importanti prodotti della Ri-  
voluzione Francese, esso ricevette dalla stessa popo-  
lazione francese ben altra accoglienza del motto  
"Liberté, égalité, fraternité". Esso cominciò ad imporsi  
– o meglio ad essere imposto – solo mezzo secolo  
dopo la sua nascita, quando una legge del 1840 dichiarò addirittura reato penale  
l'uso delle unità non metriche.

Nel frattempo, nel campo prettamente metrologico la definizione del metro si era  
rivelata un fiasco. Non soltanto era difficile da verificare per qualunque altra  
nazione avesse voluto riprodurre il suo campione sulla base della definizione.  
Ancora peggio, proprio in occasione delle misure che erano servite a costruire il  
campione del 1799 era risultato che i meridiani non sono ellissi regolari ma, a  
causa delle disomogeneità di densità della Terra, hanno una forma complicata e  
sono per di più tutti diversi. Il nostro pianeta, anche smussando i rilievi, non è  
infatti un semplice ellissoide di rotazione ma un solido di difficile modellizzazio-  
ne a cui è stato dato appunto il nome di *geoide*, di cui l'ellissoide è solo un'ottima  
approssimazione. Ne segue che non esiste 'il meridiano' (a meno di non considera-  
re quello dell'ellissoide che meglio approssima la Terra, ma a quei tempi ciò era  
impensabile in quanto la sua determinazione richiede una conoscenza geologica  
raffinata dell'intero pianeta) e quindi la definizione di una unità di lunghezza  
basata su di esso non aveva molto senso ai fini metrologici.

Come detto, ci si rese conto molto presto che la definizione originaria del metro  
era inadeguata, ma solo nel 1899 fu finalmente sancito che il metro non era più la



*Pendolo del secondo, da un'illustrazione del libro Misura Universale di Burattini. Si noti l'espedito della doppia sospensione per garantire la planarità delle oscillazioni*

decimilionesima parte del quarto meridiano terrestre, bensì la lunghezza di un particolare campione di platino costruito novanta anni prima e che avrebbe dovuto riprodurre tale frazione del meridiano.

Soltanto nel 1960, grazie agli enormi sviluppi della tecnologia e della fisica atomica del '900, l'unità di lunghezza venne riagganciata alla natura e divenne 1650763,73 lunghezze d'onda della linea di emissione fra i livelli  $2p^{10}$  e  $5d^5$  dell'atomo kripton 86 nel vuoto. Più recentemente, a dispetto della commissione dell'Accademia di Francia che aveva giudicato la cosa innaturale, il metro è stato finalmente legato al secondo tramite la velocità della luce, divenendo così la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in  $1/299792458$  secondi, ovvero in circa 3,3 nanosecondi. Insomma, ironia del destino, dopo quasi trecento anni abbiamo un'unità di misura, chiamata metro, collegata al secondo e lunga quanto il pendolo che batte il secondo. Se Burattini risorgesse e non venisse informato della lunga storia potrebbe credere che stiamo usando il suo metro cattolico!

(Terminiamo questo paragrafo con una parentesi. E gli americani? Come abbiamo visto, avevano tutte le ragioni per avercela con il metro francese. Essi seguitarono sulla strada del pendolo, ma si accorsero che questo pure soffriva degli stessi problemi del meridiano in quanto l'accelerazione di gravità ha variazioni locali pur sullo stesso parallelo e alla stessa altitudine, sempre a causa delle disomogeneità di densità della Terra. Nel frattempo, dall'esperienza francese si rendevano conto della scarsa popolarità del sistema decimale per le lunghezze, che un decreto napoleonico del 1812 aveva di fatto abolito. Inoltre erano trascorsi troppi decenni in studi, esperimenti e discussioni senza arrivare a legiferare su una materia ritenuta di primaria importanza da mezzo secolo e si temeva una deriva delle unità di misura nel giovane e sterminato paese. In conclusione, nel 1832, si arrivò ad una soluzione pragmatica, basando la *yard* su due precise tacche di una certa barra di bronzo da ottantadue pollici importata dall'Inghilterra diciassette anni prima.)

#### 8. MA PERCHÉ IL PENDOLO DEL SECONDO È LUNGO UN METRO?

Ritorniamo finalmente alla nostra domanda di partenza. A questo punto ci sembra che essa debba essere ribaltata e fatta seguire da altri interrogativi. Perché il metro è lungo quanto il pendolo del secondo? Perché gli accademici francesi vollero quel metro e, in particolare, quella strana suddivisione del meridiano? Perché

lunghezza di un  
e che avrebbe do-

della fisica atomi-  
atura e divenne  
lli  $2p^{10}$  e  $5d^5$  del-  
la commissione  
e, il metro è stato  
divenendo così la  
vvero in circa 3,3  
o anni abbiamo  
quanto il pendolo  
mato della lunga  
!

? Come abbiamo  
Essi seguirono  
a degli stessi pro-  
azioni locali pur  
le disomogeneità  
rendevano conto  
, che un decreto  
orsi troppi decen-  
e su una materia  
una deriva delle  
nel 1832, si arri-  
se tacche di una  
lterra diciassette

sto punto ci sem-  
ogativi. Perché il  
nici francesi vol-  
meridiano? Perché

non si accontentarono della misura dell'arco di meridiano eseguita precedente-  
mente e ne vollero fare una nuova? Perché il *Rapport* non dice quante linee sareb-  
be stata lunga l'unità proposta e perché, quando i loro autori furono costretti a  
fornire la lunghezza del metro provvisorio, omisero la correzione per l'appiatti-  
mento terrestre?

Non andremo ad analizzare le domande una ad una e crediamo di aver dato indi-  
zi per permettere al lettore di farsi la propria idea su come possono essere andati  
i fatti. Aggiungeremo nel seguito qualche altra informazione, riportando anche  
pareri concordanti di storici della scienza. Per quanto riguarda noi, possiamo dire  
che, leggendo documenti originali e saggi sull'argomento, ci siamo fatti un'idea  
sull'origine del metro meno gloriosa di quella che avevamo, basata su ricordi sco-  
lastici. In particolare, abbiamo completamente abbandonato la versione comune  
della vicenda, con gli accademici francesi paladini dei valori illuministici, con-  
trapposti agli americani che, con la loro riluttanza al metro, assumono il ruolo di  
difensori delle tradizioni e nemici del progresso e della razionalità. Anzi, siamo  
giunti alla conclusione che basare il metro sul meridiano non sia stato il massimo  
della razionalità e della saggezza politica e, francamente, siamo propensi a crede-  
re che la scelta unilaterale del meridiano abbia contribuito notevolmente alla  
ritardata unificazione planetaria degli standard di pesi e misure. E ci rimane il  
sospetto che, tra le possibili unità basate sulle dimensioni della Terra, la scelta  
della commissione sia caduta volontariamente su quella che approssimava  
meglio di tutte il pendolo che batte il secondo.

Cosa ci sarebbe allora sotto? Gli storici sono abbastanza concordi nel ritenere che  
a chi scrisse il *Rapport* interessasse molto di più rimisurare l'arco di meridiano di  
Parigi che definire un'unità di lunghezza veramente universale e facilmente veri-  
ficabile, per diversi motivi. C'era senz'altro la volontà dell'Accademia di sopravvi-  
vere in tempi di Rivoluzione e il nobile intento di tale grandiosa impresa, che  
avrebbe dato all'umanità l'unità di misura 'perfetta' (e francese), avrebbe giustifi-  
cato la sua esistenza. C'era poi l'interesse degli scienziati a capire meglio la forma  
della Terra, anche se, per ironia della sorte, la vera scoperta fu che essa ha una  
forma talmente irregolare da inficiare le premesse alla base della definizione del-  
l'unità di misura che era servita loro come pretesto per le misure. E c'era infine il  
palese conflitto di interesse di Borda, inventore dello strumento che secondo gli  
accademici avrebbe permesso un salto di qualità nella determinazione del metro,  
senz'altro desideroso di legare il suo nome a quella storica campagna di misure.  
Meno chiara è la scelta del decimilionesimo del quarto di meridiano. Per i sosteni-  
tori del sistema decimale (ricordiamo per inciso che anche il giorno era stato sud-



Condorcet (1743-1794)

diviso in dieci parti, etc. – ma questa fu la riforma che meno attecchì e che venne definitivamente abbandonata nel 1832) il quarto risultava blasfemo e qualcuno preferiva parlare di “distanza dal polo all’equatore lungo la superficie terrestre”, tanto per mascherare la palese incongruenza. Comunque, dato un modello geometrico della Terra, possiamo partire da diversi parametri (raggio, diametro, circonferenze; o semiassi se prendiamo un ellissoide) e da ciascuno di essi arrivare ad una unità pratica tramite un sottomultiplo decimale. È facile immaginare che se si ha già in mente a cosa all’incirca si vuole arrivare basta scegliere parametro e suddivisione giusti e ci si arriva più o meno vicino. E se l’obiettivo è la lunghezza del pendolo del secondo, l’operazione è univoca (e il risultato è ottimo): si divide il meridiano in quattro parti e di questa si prende il decimilionesimo.

Quale sarebbe stato il vantaggio di avere un’unità molto prossima al pendolo del secondo? Forse un contentino per i sostenitori di quest’ultimo. Ma soprattutto, ci sembra di capire, il vantaggio pratico che sarebbe derivato dal fatto che un pendolo di lunghezza unitaria avesse oscillato con un semiperiodo di circa un secondo. Difatti, pur essendo stato preferito il meridiano, il pendolo non era stato completamente abbandonato. Agli accademici non sfuggiva infatti la difficoltà della misura del meridiano e nel *Rapport* stesso viene raccomandato di correlare il metro al pendolo, misurando il semiperiodo del *pendolo lungo un metro*. In questo modo, in caso di distruzione o deterioramento del campione, questo poteva essere riprodotto rapidamente dal pendolo. E, in effetti, mentre si procedeva nella lunga impresa per misurare l’arco di meridiano, determinazioni di lunghezze del pendolo del secondo venivano eseguite in diversi posti della Francia, così da poter convertire facilmente tali lunghezze in semiperiodo del pendolo di un metro il giorno in cui questo sarebbe stato disponibile. Il pendolo diventava quindi sia un campione secondario rispetto alla barra di platino sia il suo *backup immateriale* (nel senso che non ha bisogno di alcun supporto fisico, basta ricordare, anche a mente, il semiperiodo del pendolo lungo un metro). Va da sé che se il pendolo del secondo e il pendolo di un metro sono molto simili le procedure di calibrazione relativa si semplificano.

Ecco quindi che, dopo unità di lunghezza e unità di tempo che dopo due secoli si ricollegano, un altro cerchio si è chiuso e il pendolo del secondo rispunta come pendolo di un metro.

Chiudiamone un altro, tornando a Burattini, con il quale avevamo esordito. Come mai lui aveva optato per il pendolo del secondo e non aveva pensato ad usare le dimensioni della Terra? Semplicemente per ragioni di praticità e rapidità, essendo, come asserisce lui, il metro cattolico determinabile in un’ora. In effetti, l’inge-

ecchi e che venne  
femo e qualcuno  
erficie terrestre”,  
un modello geo-  
rio, diametro, cir-  
o di essi arrivare  
immaginare che  
gliere parametro  
tivo è la lunghez-  
è ottimo): si divi-  
nesimo.

na al pendolo del  
Ma soprattutto, ci  
cto che un pendolo  
circa un secondo.

era stato comple-  
a difficoltà della  
to di correlare il

metro. In questo  
esto poteva esse-

procedeva nella  
di lunghezze del

cia, così da poter  
di un metro il

ava quindi sia un  
ackup immateriale

ricordare, anche a  
se il pendolo del

re di calibrazione

dopo due secoli si  
lo rispunta come

o esordito. Come

nsato ad usare le  
e rapidità, essen-

. In effetti, l'inge-

gnoso agordino ci teneva ad ancorare il suo metro alla Terra e se non lo fece fu solo perché non trovò il tempo materiale da dedicare a tale impresa, preso da invenzioni di macchine volanti, imprese diplomatiche, impegni con la zecca polacca, studio di bilance e pendoli e chissà quanto altro. Ecco infatti come termina il proemio a *Misura Universale*. “Era mia intensione di ponere alla fine di quest’operazione la distanza di due, o tre gradi presa sopra la superficie terrestre della Terra, e misurata col Metro Cattolico dall’Austro al Settentrione in queste grandissime, e piane campagne della Pollonia, perché havendo noi perduto le misure delli Greci, quella fatta di un Grado da Eratostene Cireneo non ci serve à nulla; così le misure fatte da i moderni sono tanto insincere, che non sappiamo a quale attenerci, e conseguentemente non sappiamo ne meno per l’appunto quanta sia la circonferenza della terra, né il suo diametro. Tengo, già sono molti anni, tutti li strumenti preparati per metter ciò in esecuzione, ma impedito da diverse occupazioni fino all’hora presente non hò effettuato questo mio pensiero, che sarebbe di gran giovamento alla Geografia, & all’Astronomia ancora”.

Geniale, no? Questo era Tito Livio Burattini.

### Bibliografia

ALDER K., *La misura di tutte le cose*, Milano, Rizzoli, 2002 (per chi vuole approfondire lo studio si raccomanda la versione originale inglese, *The measure of all things*, dotata di illustrazioni e di un utile indice analitico spariti nella traduzione italiana).

GUEDJ D., *Il metro del mondo*, Milano, Longanesi, 2004.

SOBEL D., *Longitudine - La vera storia della scoperta avventurosa che ha cambiato l'arte della navigazione*, Milano, BUR saggi, 1999.

D'AGOSTINI G., *Some historical studies*, in rete all'indirizzo: [www.roma1.infn.it/%7Edagos/history](http://www.roma1.infn.it/%7Edagos/history)

(\*) *Paolo Agnoli*, fisico di formazione, con tesi sperimentale in fisica delle alte energie, si occupa primariamente della valutazione di protocolli di misura in ambito tecnologico. Si è quindi laureato anche in filosofia, sviluppando interessi specifici nella storia delle unità e dei sistemi di misura. Socio fondatore di Pangea Formazione, azienda impegnata nella promozione di alta formazione manageriale. Di origini cadorine, il nonno paterno Taddeo, di Perarolo di Cadore (si trasferì con la moglie per lavoro a Roma) fece parte, per tutto l'arco del conflitto, dei volontari alpini del Cadore, formazione militare di forte autonomia che operò sul fronte dolomitico durante la grande guerra.

(\*) *Giulio D'Agostini*, professore associato alla Sapienza, fisico sperimentale delle particelle elementari, ha collaborato ad esperimenti su acceleratori nei laboratori internazionali del CERN di Ginevra e di DESY ad Amburgo. Da anni si occupa anche, sia per questioni didattiche che di ricerca, di problemi metrologici e probabilistici, interessandosi pure ai loro aspetti storici e filosofici.

*Stampa:*  
Grafiche Antiga spa - Crocetta del Montello (Treviso)  
Dicembre 2009

**OTTICA**



CENCENIGHE AGORDINO (BL)

**Allianz  Bank**

**Financial Advisors**

LIVIO E ANDREA BENVENÙ  
DA 30 ANNI AL VOSTRO SERVIZIO...  
tel. 049 651133 - fax 049 8755495



GRUPPO ARIA COMPRESSA BELLUNO