

La meridiana di Cassini

Il tempo, o meglio l'intervallo di tempo, è una delle grandezze fondamentali del Sistema Internazionale. L'unità di misura è il secondo, ma per misurare lunghi intervalli di tempo ci riferiamo ancora a fenomeni periodici naturali quali le fasi lunari, le stagioni, gli anni. L'osservazione di questi fenomeni astronomici ha rappresentato forse l'attività scientifica più antica del genere umano, anzi si può dire che la sua storia sia cominciata proprio quando si riuscirono a stabilire le coordinate temporali necessarie per la conoscenza dello scorrere della vita e del mondo circostante.

A tale proposito è stato centrale il percorso che ha portato alla definizione di un calendario che fissasse la durata dell'anno. L'**anno solare** (o anno tropico) è il periodo di tempo compreso fra due passaggi successivi del Sole all'equinozio di primavera e, dunque, misura il periodo di tempo intercorrente tra l'inizio della primavera e l'inizio della primavera successiva.

Fin dall'inizio, il problema principale è stato quello di suddividere l'anno solare in modo da farlo coincidere il più possibile con il cosiddetto **anno civile**, fissato dal calendario. Infatti, questo problema si presenta inevitabilmente poiché l'anno civile è formato da un numero intero di giorni 365 o 366, mentre la durata effettiva dell'anno solare è compresa tra quei due numeri. Se l'anno civile non marciasse di pari passo con l'anno solare, si avrebbe uno spostamento delle stagioni per cui l'equinozio di primavera finirebbe per scivolare man mano da marzo ad aprile, poi a maggio, a giugno e così via.

Tra i calendari antichi ricordiamo il *calendario giuliano* (chiamato così perché voluto da Giulio Cesare), che rimase in vigore per molti secoli. Nonostante fosse ben calcolato, permaneva tuttavia una piccola differenza tra l'anno solare e quello civile, che produsse il divario di un giorno intero in circa 128 anni. Da qui sorse la necessità di una riforma, attuata nel 1582 da papa Gregorio XIII, su proposta di una commissione, ai cui lavori partecipò anche il matematico domenicano Pellegrino Danti (padre Egnazio), nominato Cosmografo Pontificio.

Per effetto di questa riforma, che fu detta gregoriana (e diede il via al *calendario gregoriano*), l'anno civile medio risultò di 365 giorni, 5 ore, 49 minuti e 12 secondi, con una differenza per eccesso di soli 26-27 secondi rispetto a quello solare. Ciò comporta la differenza di un giorno ogni 3000 anni. Con l'attuazione della riforma gregoriana si provvide anche a correggere gli errori che erano venuti accumulandosi nel passato: il giorno successivo a quello di giovedì 4 ottobre 1582 divenne venerdì 15 ottobre, facendo compiere così un salto di 10 giorni nel calendario.

Nel 1575, proprio per verificare la durata dell'anno solare in vista della riforma del calendario giuliano, padre Egnazio aveva realizzato una particolare meridiana all'interno della basilica di San Petronio a Bologna, dopo averne realizzata un'altra nella chiesa di Santa Maria Novella a Firenze.

La **meridiana** è uno strumento che, grazie al moto apparente del Sole, segnala l'istante in cui l'Astro transita sulla linea immaginaria che corrisponde al meridiano locale. In quel momento il Sole si trova esattamente a metà strada tra l'alba e il tramonto per un determinato giorno assumendone la massima altezza, venendosi così a trovare in perfetta direzione nord-sud.

Molto spesso vengono erroneamente chiamate meridiane anche gli *orologi solari* che compaiono sui muri di case e campanili; in questi particolari orologi, l'ombra dello gnomone (la parte che sporge e che proietta la propria ombra sul piano) indica l'ora solare nei vari periodi dell'anno.

Neanche un secolo dopo la costruzione della meridiana di padre Egnazio, a causa dei lavori di ampliamento della basilica, si progettò di demolire il muro di fondo della navata di sinistra, sulla cui sommità aveva sede l'«occhio» (il cosiddetto *foro gnomonico*) della meridiana, che di conseguenza fu distrutto.

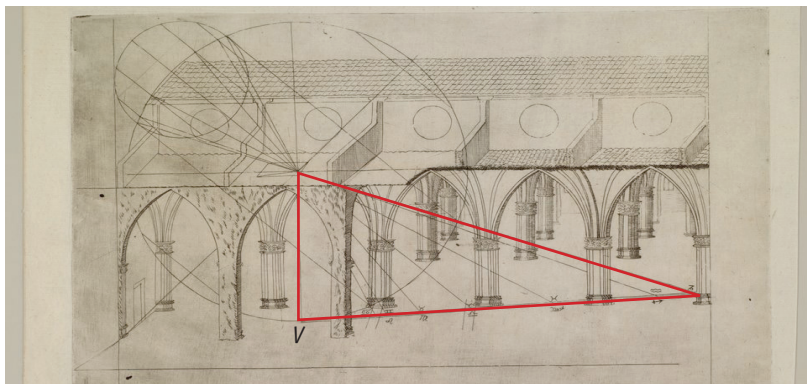
Nel 1655 la Fabbriceria di San Petronio decise di affidare il progetto di una nuova linea meridiana a Gian Domenico Cassini, professore di Astronomia all'Università di Bologna. Contrario alle proposte di sostituire la linea meridiana di Danti con una più corta e decisamente meno utile alle osservazioni astronomiche, Cassini presentò un audace progetto: sfruttando abilmente il percorso tra le colonne della navata gotica, propose di aumentare di un terzo l'altezza del foro gnomonico di Danti e di renderlo due volte e mezza più lungo, in modo da poter compiere osservazioni ancora più accurate.

Per terminare la sua opera, da lui chiamata *eliometro* (letteralmente: *misuratore del sole*), dovette però superare notevoli difficoltà economiche, logistiche e tecniche. Per esempio, poiché le navate della grande basilica non presentavano un orientamento nella direzione nord-sud, la difficoltà tecnica maggiore fu proprio quella di riuscire a evitare che il percorso dei raggi solari fosse interrotto dalle colonne.

Per la realizzazione della nuova meridiana, Cassini decise di fissare la lastra con il foro gnomonico a un'altezza pari a «1000 onces del piede regio di Parigi» (all'epoca l'unità di misura più usata per gli strumenti ad alta precisione), corrispondente a 27,07 m. Il foro della lastra si comportava come un vero e proprio *foro stenopeico*, proiettando sul pavimento non una semplice macchia di luce, ma l'immagine stessa del Sole rovesciata come in una camera oscura.

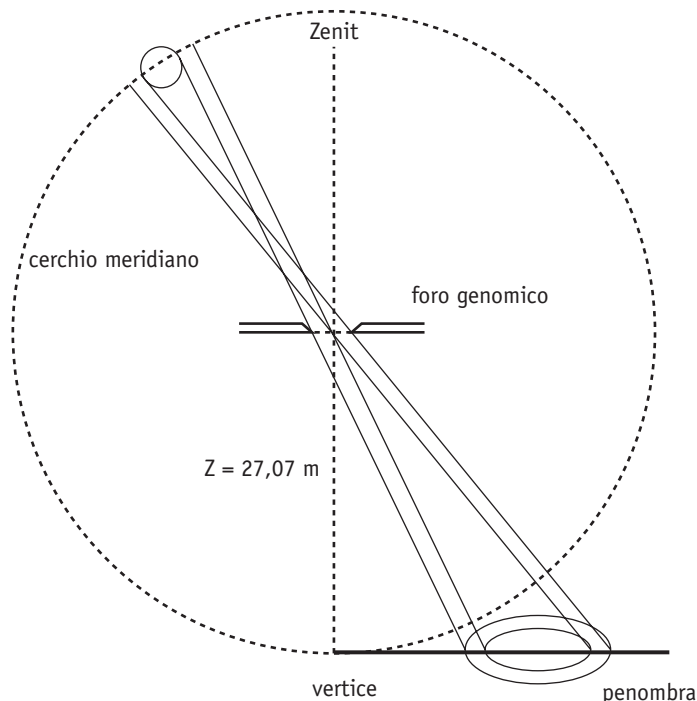
Il giorno del solstizio d'estate del 1655 si pose la prima pietra della linea meridiana. La lunghezza al suolo del percorso dell'immagine solare tra i due solstizi risultò di ben 66,8 m (la più lunga al mondo, ancora oggi!). Una volta certo delle misure effettuate, Cassini fece scolpire sul marmo a grandi lettere che la sua meridiana corrispondeva alla seicentomillesima parte del meridiano terrestre, come aveva previsto, ponendo così una corrispondenza fra una misura lineare e le dimensioni della Terra; questa stessa operazione fu fatta alla fine del Settecento, quando il «metro» fu assunto come unità di misura internazionale e definito come un decimilionesimo della distanza fra il Polo Nord e l'Equatore proprio dall'Accademia delle Scienze a Parigi, dove Cassini fu invitato e operò sino alla morte.

La meridiana può essere pensata come un cateto di un triangolo rettangolo in cui l'altro cateto è la retta perpendicolare idealmente tracciata dal centro del foro gnomonico al pavimento della Basilica. Il piede di questa perpendicolare è chiamato Punto Verticale, oppure Vertice, perché è il punto iniziale della linea meridiana (figura ►1).



◀ Figura 1

Il foro gnomonico, realizzato sul tetto della navata laterale a est della Basilica, su di una piastra orizzontale, è di forma circolare con diametro di 2,7 cm, uguale a un millesimo dell'Altezza gnomonica. I raggi solari, passando attraverso il foro, formano all'interno della Basilica un cono di luce, la cui sezione con il piano del pavimento è un'immagine luminosa di forma ellittica, che è la proiezione del Sole (figura ►2).



◀ Figura 2

A mezzogiorno l'ellisse risulta simmetricamente divisa a metà dalla linea meridiana e questo è l'unico momento in cui viene effettuata la misura (figura ►3).



◀ Figura 3

Queste misure consentono di ricavare tutte le coordinate sulla sfera celeste e tutti i parametri del Sole che ne caratterizzano il moto e l'orbita apparente rispetto alla Terra.

Come abbiamo ricordato, lo scopo dichiarato da Cassini era quello di determinare con la massima accuratezza la lunghezza dell'anno solare mediante la misura del tempo trascorso tra due passaggi successivi del Sole all'equinozio di primavera; al tempo stesso, egli contava di verificare la correttezza della riforma gregoriana del calendario e di proporre eventuali modifiche, avvalendosi di uno strumento capace di fornire misure estremamente precise, come mai in precedenza. Cassini, grazie al suo eliometro, dimostrò la validità della riforma gregoriana del calendario.

Ma la sua intenzione era anche quella di risolvere la controversia tra coloro che, seguendo Aristotele e Tolomeo, ritenevano il moto del Sole circolare e uniforme intorno alla Terra immobile e coloro che ritenevano, invece, seguendo Niccolò Copernico e Galileo Galilei, che la Terra fosse in moto intorno al Sole e che il moto del Sole fosse, quindi, solo apparente. Tuttavia, non era ancora la conferma della superiorità del *sistema eliocentrico* rispetto al *sistema geocentrico*. Per la relatività dei moti, infatti, i due sistemi appaiono alle osservazioni come equivalenti, ma, con la meridiana di San Petronio, Cassini aveva mostrato che «da un punto di vista della teoria solare, il Sole o, il che è la stessa cosa, la Terra, può essere trattato come un pianeta, come affermato da Copernico». È importante ricordare che a quei tempi, sebbene fosse già stato pubblicato da oltre trent'anni il *De Revolutionibus Orbium Coelestium* di Copernico che illustrava il nuovo sistema eliocentrico, si credeva ancora che la Terra si trovasse al centro del Creato e, quindi, secondo l'accreditato sistema aristotelico, il moto solare era ritenuto reale e non apparente.

Occorre allora apprezzare come Cassini, a pochissimi anni dal processo a Galileo, fu civilmente audace e scientificamente impegnato nel costruire, proprio all'interno di un tempio cattolico, uno strumento che, fra l'altro, gli permise in modo certo di confutare le argomentazioni geocentriche ritenute fin dai tempi antichi immutabili e incontestabili.