

Per poter determinare le distanze con gli eventi astronomici, occorre definire con maggiore precisione differenze di tempo.

Considerando la stima della circonferenza della terra di Eratostene, un errore di 10 minuti di distanza in longitudine, tra due luoghi posti all'equatore, corrisponde ad un errore di valutazione di circa 280 Km.

E' evidente come l'errore non sia irrilevante ed è importante determinare l'ora con la massima precisione possibile.

Gli altri strumenti conosciuti come l'astrolabio piano e le meridiane, non potevano essere utilizzati in particolari circostanze, non erano sempre disponibili quando è nuvoloso o anche di notte per lo strumento gnomonico, pertanto in determinate occasioni come nella vita quotidiana dovevano essere utilizzati degli orologi ad acqua, più comunemente conosciute come clessidre.

In genere, erroneamente, si pensa a quel soprammobile formato da due ampolle di vetro con dentro della sabbia, ma in realtà, come suggerisce l'etimologia della parola dal greco klépto = rubo, e hýdor = acqua, la misura è eseguita attraverso l'acqua.

Questo tipo di orologio si crede sia stato inventato dai Babilonesi, e poi passato agli egiziani di cui abbiamo diversi riferimenti certi, perfino l'inventore. In Egitto dati i molti rituali religiosi che si succedevano nell'arco della giornata, era necessario poter controllare il tempo con più precisione e probabilmente i sacerdoti a tale scopo elaborarono diverse tecniche di misura.

L'orologio veniva utilizzato anche nei processi pubblici, in forma di Leone era chiamato il "Guardiano del fiume".

Aveva la funzione di misurare le ore e i periodi di tempo più brevi du-

rante tutto il giorno ma soprattutto per la notte.

Grazie a diversi autori, come Salmasio, sappiamo che le clessidre ad acqua furono utilizzate anche per scopi astronomici; molte informazioni a riguardo si trovano nel libro di Giuseppe Settele "Illustrazione di un antico astrolabio, Roma 1817" il quale ci informa che diversi autori come Cleomede (Cyclic. Theor. Lib. 2), Teone Alessandrino nel Commentario al Lib. 5 dell'Almag., e Proclo Diacono (Hypotyp. Cap. 3), espongono il metodo per misurare il diametro del Sole e della Luna utilizzando il tempo trascorso, misurato attraverso una clessidra, dagli astri a percorrere l'equatore tra un lembo e l'altro. Cleomede ci informa anche che con tale metodo il diametro del Sole è la settescentesima parte della sua orbita, molto vicino al vero.

Non tutti gli astronomi però usavano clessidre, Tolomeo nell'Almagesto (Lib. 5. Cap. 14) fa notare che l'uso di questo strumento comporta molti inconvenienti per cui non ne fece più uso a favore dello strumento inventato da Ipparco, "la diottra".

La diottra forniva misure angolari come uno strumento nautico moderno, il sestante, attraverso di esso si potevano eseguire normali misurazioni dell'altezza del polo celeste determinando la latitudine del luogo.

Comunque altri riferimenti confermano l'uso della clessidra in astronomia come quello di Marciano Capella: "multiplici enim clepsidrarum appositione monstrantur pnia signa paria spacia continere".

Oppure quello di Sesto Empirico, il quale afferma che i Caldei, aiutati dalle clessidre avevano diviso lo zodiaco in 12 parti. Pertanto, dato che la misura della longi-

tudine corrisponde a una misura di tempo è inevitabile che molti astronomi abbiano utilizzato un orologio ad acqua.

Abbiamo diversi tipi di orologi ad acqua, i quali si possono suddividere nelle seguenti 3 categorie: Orologi a Vaso, Orologi a Clessidra, Orologi a Torre. Gli orologi a vaso sono tra i meno recenti, in Egitto presso la tomba del candidato costruttore è scritto che l'orologio ad acqua sarebbe stato inventato da un funzionario di corte, l'astronomo Tebano Amenemhat, vissuto all'epoca del re Amenhotep I (1546-1526 a.C.).

Il più antico di questo tipo di orologio ad acqua è stato ritrovato nella località di Karnak. Il vaso, appartenente al faraone Amenhotep II (1390-1352 a.C.), è stato ricavato da una pietra calcarea in calcite-alabastro ed è ben conservato. Sulle pareti esterne sono presenti delle iscrizioni con raffigurazioni delle costellazioni, pianeti, dei decani e le divinità più importanti di ogni mese.

Per gli Egiziani le costellazioni raggruppate lungo l'equatore erano 36 e pertanto al tramonto si alternavano nel cielo a turno per circa 10 giorni consecutivi, da cui il nome di decani.

Al suo interno erano presenti dei riferimenti costituiti da dei fori che indicavano il passare delle ore. Sul fondo sono presenti delle piccole aperture per lo svuotamento dell'acqua.

Per conoscere il tempo si osservava l'altezza del liquido leggendo il livello più vicino ai buchi. Veniva riempito d'acqua al tramonto, e dato che le notti non durano per lo stesso tempo durante il corso dell'anno, i riferimenti interni, ovvero i fori, presentavano scale diverse per ciascun mese.

Quindi, indipendentemente dalla durata della notte, questa veniva suddivisa in 12 ore, di conseguen-

za le ore invernali erano più lunghe di quelle estive.

La scala mensile più piccola era assegnata al secondo mese di "Shemo" mentre la più lunga al quarto mese di "Aket". Lo studioso Parker, grazie all'indicazione di queste scale, ha potuto ricavare l'epoca del re Amenhotep II, ovvero il 1° giorno del 1° mese di Akhet doveva essere prossimo all'equinozio di autunno (5 ottobre circa).

Ciascuna delle 12 scale era suddivisa sempre in 10 intervalli (11 fori) che indicavano le ore trascorse. Quando l'acqua raggiungeva il primo foro era passata un'ora, quando raggiungeva l'ultimo foro si entrava nella 12°.

Di questo tipo di orologio abbiamo alcuni frammenti di un altro vaso trovato a Tanis risalente all'epoca di re Neco II (610-595) della XXVI dinastia. Il reperto è custodito presso il museo del Cairo, come per il vaso di Karnak, sull'esterno troviamo dei geroglifici suddivisi in fasce dove sono presenti i mesi dell'anno, i decani, divinità associate ai decani e nella 4° fascia un discorso di Amon al Re.

Nell'ultima fascia i nomi delle ore del giorno. Per chi avesse dei problemi ad andare in Egitto ad osservare tali strumenti, un frammento di vaso è conservato nel museo egizio di Torino. In Egitto utilizzavano anche un orologio portatile, precursore del nostro orologio a polso, la clessidra, la quale risale alla XVIII Dinastia (1548-1292 a.C.).

Costituita da due ampolle collegate tramite una strozzatura, l'acqua scendendo fluiva da quella alta a quella bassa. Il vantaggio di un simile strumento era che una volta che l'acqua era totalmente calata, bastava semplicemente rovesciare le ampolle per riavviare il ciclo.

Utilizzando una serie di queste clessidre, il tempo trascorso era determinato dalla somma dei tempi parziali. Successivamente ritenendo che le clessidre a svuotamento erano

inesatte, passarono a quelle basate sul principio di riempimento e comunque senza ottenere buone precisioni.

I romani con le clessidre seguivano le fasi delle corse e dei ludi nel circo, nella vita militare servivano principalmente a scandire i turni di vigilanza durante la notte (vigiliae).

Curioso è l'uso che ne facevano durante il dibattito processuale, definiva il tempo concesso per perorare la propria causa, da cui il proverbio: "dicere ad Clepsydrum."

In grecia la precisione delle clessidre non era molto elevata, raggiungevano un errore di circa 8 minuti e mezzo ogni ora, ma per l'uso che ne facevano era irrilevante. Ma le clessidre ad acqua presentavano un difetto che ne determinava la sua imprecisione, l'acqua era soggetta a evaporazione e poteva congelare in determinati periodi dell'anno, per cui furono sostituite con quella a sabbia, da cui il nome di "arenaria".

L'arenario, come la clessidra, furono utilizzate in navigazione dai marinai del secondo millennio, ma entrambi non erano affidabili. In particolare per l'arenario, la precisione dipende dalla stabilità del flusso della sabbia che è in relazione con la temperatura e l'umidità dell'aria.

Entrambi gli strumenti pertanto dovevano essere verificati continuamente e tarati nell'arco della giornata.

Il controllo veniva effettuato al sorgere, al culminare e al tramontare del Sole la cui occorrenza, in Tempo Solare Vero Locale, veniva ricavata da tabelle, per le diverse latitudini. Il riferimento partiva dalla mezzanotte, ed era compito preciso del mozzo "girare" lo strumento ogni mezzora.

Per stabilire lo start si utilizzava un tipo di astrolabio, il notturnale un vero e proprio orologio delle stelle con il quale si poteva stabilire il momento della mezzanotte del Tempo Solare Locale. L'altro tipo di

orologio ad acqua è quello a torre, per la sua grandezza era un orologio pubblico, avevano la forma di un cilindro nel quale l'acqua calava da un serbatoio.

L'orario veniva definito mediante una scala graduata, grazie ad un indicatore mosso da un galleggiante posto nel serbatoio inferiore.

A volte erano presenti complicati congegni che animavano pupazzi e lancette. Fra gli orologi a torre più antichi e molto famosa abbiamo la "torre di Adronico", dal costruttore Adronico Cirreste, oggi conosciuta come la "torre dei venti".

Questa torre, di forma ottagonale, fu costruita tra il II e il I secolo a.C.; da Vitruvio sappiamo che probabilmente fu costruita per indicare i venti e successivamente è stato aggiunto un orologio ad acqua, per poi sostituirlo con 4 meridiane. Claudio Salmasio ci informa che ad ogni lato della torre è stato posto la rappresentazione di un vento e in cima alla torre era collocato un Tritone di Bronzo che poteva ruotare indicando il vento che soffiava.

La torre è considerato un monumento gnomonico eccezionale, nelle 4 facciate sono presenti meridiane rivolte al sole che si illuminavano in successione, segnando il tempo dall'alba al tramonto; sono orologi murali solari verticali, gli unici che ci siano pervenuti dall'antichità, ottimamente conservati ed aventi ancora gli ortostili originali.

Altro orologio a torre importante è quello gigantesco Cinese di Su Sung, fu costruito alla fine dell'XI secolo d.C.

L'acqua, oltre a indicare l'ora muoveva anche una grande sfera armillare posta sulla parte superiore in modo da simulare il moto diurno della sfera celeste.

Leonardo Malentacchi
Email: Leonardo377@libero.it
Membro del consiglio direttivo SAF (Società Astronomica Fiorentina)