

Il viaggio degli astrolabi da Oriente a Occidente

Paolo Rossi (*Università di Pisa, Dip. Fisica*)

Abstract The history of the Astrolabe is drafted from the first centuries of Christian era to the 17th century with particular attention to the role of Gerbert of Aurillac.

Sommario La storia dell'astrolabio è tratteggiata dai primi secoli dell'era cristiana fino al 17° secolo, con particolare attenzione al ruolo svolto da Gerberto d'Aurillac.

Primi strumenti ellenistici e romani per calcolare il cielo

Per quanto possiamo oggi sapere, e capire, l'astrolabio nasce, insieme con numerose altre idee e strumenti scientifici, in quel mondo ellenistico che raccoglie in una sintesi creativa un'enorme tradizione culturale non soltanto greca.¹Non è indispensabile aderire *in toto* all'ardita tesi di L. Russo, che ne "La rivoluzione dimenticata"² attribuisce alla scienza ellenistica anticipazioni sostanziali (e tuttavia perdute) rispetto alla scienza moderna, per riconoscere che la matematica, l'astronomia e la meccanica dell'età ellenistica si collocano a un livello non più raggiunto in seguito per almeno una decina di secoli.

Non pretenderemo tuttavia di riconoscere un prototipo di astrolabio nella cosiddetta "macchina di Anticitera", un ingegnoso strumento meccanico per il calcolo del moto di Sole, Luna e pianeti maggiori ritrovato tra i resti di un antico naufragio e risalente al I secolo a.C.

Ma non v'è dubbio che il grande astronomo Ipparco di Nicea, vissuto nel II secolo a.C. e attivo a Rodi, e scopritore tra l'altro

1 O. Neugebauer, *The Early History of the Astrolabe*, Studies in Ancient Astronomy IX, Isis 40 (1949) 240-256

2 L. Russo, *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*, Feltrinelli, Milano 2001

della precessione degli equinozi, descrisse nelle sue opere il principio matematico della proiezione stereografica che costituisce la base indispensabile per la realizzazione di un astrolabio.

Meno di due secoli dopo, Vitruvio (morto dopo il 27 d.C.) descrisse nel *De Architectura*³ un tipo di orologio che dipendeva da una simile proiezione stereografica. La sua indicazione che Eudosso di Cnido (ca 408-355 a.C.) o Apollonio di Perga (ca. 265-170 a.C.) fosse l'inventore della "rete" o "ragno" – una mappa delle stelle in grado di ruotare intorno alla struttura che indicava le ore del giorno – si riferisce peraltro quasi certamente alle meridiane di cui stava parlando, e non a un vero e proprio astrolabio. Apparati simili, risalenti ai secoli dal primo al terzo, sono stati trovati nel mondo romano.

Claudio Tolomeo (ca 150 d.C.), il più famoso astronomo dell'antichità, sviluppò un'estesa analisi teorica della proiezione stereografica nel suo *Planisphaerium*,⁴ includendo una breve discussione di uno strumento oroscopico. Anche se egli descrisse uno strumento che assomiglia a un astrolabio, comprendendo sia una rete sia la proiezione stereografica di un sistema di coordinate, lo strumento di Tolomeo non sembra aver incluso l'apparato necessario per fare osservazioni dirette e quindi a misurare l'altezza del sole e delle stelle. Ciò nonostante, la tradizione islamica attribuisce proprio a Tolomeo l'invenzione dello strumento.

Fin dal quarto secolo vari autori iniziarono a comporre manuali sull'astrolabio. L'opera "Il Piccolo Astrolabio" di Teone di Alessandria (ca 375), oggi perduta, è il testo più antico che ne tratti la costruzione e l'uso, e divenne un

3 M. Vitruvius Pollio, *De Architectura*, Cap. VII, Libro IX

4 C. Ptolemaeus, *Planisphaerium*, in C Ptolemaei opera quae exstant omnia: Volumen II, Teubner, Leipzig 1907

modello sia per la forma sia per il contenuto per la successiva letteratura sull'astrolabio.

Dopo Teone i trattati sugli astrolabi divennero sempre più comuni. Sinesio di Cirene (ca 370-415) scrisse un breve lavoro menzionando un planisfero d'argento che aveva mandato a Peonio a Costantinopoli. Tutto lascia pensare che lo strumento da lui descritto si ispirasse all'opera di Teone, anche perché Sinesio era allievo di Ipazia, figlia di Teone, matematica, astronoma e filosofa alessandrina, legata alla tradizione culturale pagana e perciò infine vittima dell'intolleranza religiosa.

Lo studioso bizantino Ammonio (morto dopo il 517) pare abbia scritto un trattato sulla costruzione e l'uso dell'astrolabio. Egli inoltre incorporò l'astrolabio nel suo insegnamento, avviando così un certo numero di persone allo strumento.

Antichi trattati a Bisanzio e in Siria e acquisizione nell'Islam

Il più antico trattato sopravvissuto sull'astrolabio è dovuto al suo allievo più famoso, il matematico e filosofo Giovanni Filopono (ca 490-574). Nel 530 egli scrisse un lavoro intitolato "Sull'uso e la costruzione dell'astrolabio e le linee tracciate su di esso"⁵. Il testo di Filopono offre una descrizione pratica dell'astrolabio e analizza i suoi usi più comuni.

A metà del settimo secolo Severus Sebokht di Nisibis, vescovo di Kennesrin in Siria, scrisse una descrizione dell'astrolabio in siriano. L'esposizione di Sebokht si conforma allo schema stabilito da Teone e adattato dagli autori successivi. Come i suoi predecessori egli schiva le discussioni teoriche, concentrandosi sulla descrizione e l'applicazione pratica. Egli

5 Joannes Alexandrinus, cognomina Philoponus, *De usu astrolabii ejusque constructione libellus*, Rheinisches Museum für Philologie 6 (1838/39) 127-171

espanse considerevolmente la lista degli usi possibili. Sebokht riferisce nell'introduzione del suo trattato che gli astrolabi sono fatti di ottone, con ciò indicando che strumenti in metallo erano noti nell'Oriente cristiano prima del loro sviluppo nel mondo islamico.

Numerosi trattati testimoniano l'importanza dell'astrolabio nell'impero bizantino. Gli studiosi greci approfittarono dell'accesso ininterrotto ai più antichi trattati sugli astrolabi e composero numerosi manuali sull'argomento. Una serie quasi continua di testi va dal trattato di Filopono all'inizio del sesto secolo a quello di Nikephoros Gregoras (ca 1292-1360) nel quattordicesimo. Questi manuali bizantini, specialmente quello di Gregoras, giocarono un ruolo importante per i successivi testi europei del sedicesimo e diciassettesimo secolo. Stranamente un solo astrolabio bizantino completo, del 1062, è stato identificato.

Tuttavia non è dal mondo bizantino che la conoscenza degli astrolabi giunse all'Occidente medievale. Il percorso fu assai lungo e complesso, e fu determinante, come per molti altri soggetti, compresa la filosofia classica della scuola aristotelica, la mediazione avvenuta attraverso il mondo e la cultura islamica, grazie a un movimento che si diresse dapprima verso oriente per poi raggiungere l'estremo occidente della Spagna musulmana e da lì irradiarsi nell'Europa cristiana.

La conoscenza e la produzione di astrolabi si diffuse a est a partire dal contesto bizantino e siriano-egiziano attraverso la città siriana di Harran e in Persia. Harran era stata un importante centro dell'attività pre-islamica di traduzione. Con l'ascesa dei califfi Abbasidi ci fu un nuovo interesse per la scienza e la tecnologia greca, che giocarono un ruolo importante negli sforzi per legittimare il loro governo. Al-Mansur (712-775, califfo dal 754), il secondo califfo Abbaside, sostenne la

traduzione in arabo della scienza greca e promosse varie scienze, specialmente l'astronomia e l'astrologia. Egli si affidò sempre più sugli astrologi di corte: sulla base dei loro consigli egli decise che il 30 luglio 762 fosse il giorno per la fondazione di Bagdad; si consultò con loro quando i suoi parenti si rivoltarono e si fece accompagnare da loro nei suoi pellegrinaggi alla Mecca. Il bisnipote di Al-Mansur, al-Mamun (787-833, califfo dall'813) consolidò ed estese questa politica.

La prima persona cui si attribuisce il merito di aver costruito un astrolabio nel mondo islamico è il matematico dell'ottavo secolo Muhammad al-Fazari (morto nel 796 o nell'806), la cui traduzione in arabo dell'opera dell'indiano Brahmagupta fu probabilmente il veicolo con cui i numerali indiani giunsero nel mondo arabo. Si tenga in mente questa connessione, che siripresenterà nel seguito di questo *excursus*.

In aggiunta ai loro usi politici, gli astrolabi avevano immediate applicazioni religiose. La stretta connessione tra l'astronomia e l'Islam offrì un ovvio incentivo allo sviluppo dell'astrolabio. Trovare i tempi per le cinque preghiere giornaliere e la direzione della Mecca sono complesse operazioni astronomiche e geodetiche. I fabbricanti perfezionarono rapidamente le tecniche che rendevano possibile determinare mediante l'osservazione diretta sia il tempo della preghiera sia la direzione della Mecca.

Nei secoli successivi studiosi arabi, persiani ed ebrei produssero numerosi trattati sistematici sull'astrolabio. Il primo di questi fu scritto da Messahalla, un ebreo di Bassora, la cui opera data da prima dell'815. Il trattato originale in arabo è stato perduto, ma sono conservate numerose traduzioni in latino, con il titolo *De Compositione et Operatione Astrolabii*, anche se diversi studiosi dubitano dell'attribuzione a Massahalla e ritengono che il testo attualmente disponibile sia

piuttosto da ricondursi allo studioso arabo spagnolo dell'undicesimo secolo Maslama al-Majriti ai suoi discepoli.

I più antichi trattati arabi conservati risalgono all'inizio del nono secolo. Al-Kwarizmi (ca 825) scrisse due brevi testi, uno sulla costruzione e uno sull'uso dell'astrolabio. Altri antichi testi conservati sono dovuti ad Ali ibn Isa (ca 830) e ad Ahmad ibn Muhammad ibn Katir al-Fargani (ca 857). Oltre al suo trattato sull'astrolabio, Ali ibn Isa fece varie osservazioni astronomiche a Bagdad e a Damasco sotto il patronato di al-Mamun.

La base matematica per la realizzazione degli astrolabi fu stabilita per il mondo islamico dall'astronomo arabo Muhammad ibn Jabir al-Harrani al-Battani (noto in Occidente come Albatenius) nel suo trattato *Kitab az-Zij* (circa 920), che fu poi tradotto in latino da Plato Tiburtinus (*De motu stellarum*). Il più antico astrolabio conservato è datato A.H. 315 (927/28). Nel X secolo al-Sufi per primo descrisse oltre mille differenti usi dell'astrolabio, nei campi dell'astronomia, dell'astrologia, della navigazione, della misura del tempo, della preghiera, dell'orientamento, etc.

All'inizio dell'undicesimo secolo al-Biruni (973-1048), studioso persiano, scrisse il suo "Libro di Istruzione sugli Elementi dell'Arte dell'Astrologia", che includeva descrizioni dettagliate sulla costruzione, parti e usi dell'astrolabio. Gli artigiani arabi svilupparono le loro competenze e conoscenze tacite, creando laboratori familiari che rimasero attivi per diverse generazioni. I più antichi astrolabi conservati risalgono a questo periodo di fioritura intellettuale sostenuto dagli antichi califfi islamici.

Sempre in epoca medievale fu inventato nel modo islamico l'astrolabio sferico, che rappresenta al tempo stesso un'evoluzione dell'astrolabio e della sfera armillare. La prima

descrizione dell'astrolabio sferico risale ad al-Nayrizi (attivo tra l'892 e il 902). Nel XIII secolo poi Sharaf al-Din al-Tusi inventò l'astrolabio lineare, un semplice bastone di legno con incisioni graduate, munito di un filo a piombo e della possibilità di effettuare misure angolari. Il primo astrolabio meccanico a ingranaggi fu inventato da AbiBakr di Isfahan nel 1235.

Studiosi persiani come al-Biruni viaggiando probabilmente introdussero l'astrolabio in India assai precocemente, e studiosi successivi portarono gli astrolabi alla corte di Delhi. Nel tredicesimo secolo l'astrolabio aveva raggiunto la Cina. Nel 1267 Jamal al-Din portò a Kublai Khan modelli di vari strumenti astronomici che erano in uso all'osservatorio di Maraghah. Marco Polo sostenne di aver visto astrolabi a Pechino e anche i "Viaggi di sir John Mandeville" descrivono astrolabi alla corte di Kublai Khan. A parte questi riferimenti l'astrolabio non sembra essere stato particolarmente popolare nella cultura cinese.

Nel decimo secolo la produzione di astrolabi si diffuse a ovest attraverso il Nordafrica e nella Spagna musulmana. In diretto contrasto con la storia dell'astrolabio a Bisanzio, la sua storia in Nordafrica è caratterizzata da abbondanza di strumenti e scarsità di testi. Astrolabi nordafricani o maghrebini hanno caratteri stilistici conservativi che li separano dagli strumenti islamici orientali. Mostrano anche una connessione più stretta all'Europa cristiana, in particolare per la presenza del calendario cristiano che spesso si trova sul retro di questi strumenti. Anche se gli astrolabi erano prodotti e usati in tutto il Nordafrica, la tradizione era più forte in Marocco, dove furono fabbricati e usati per più di 500 anni. All'inizio del quattordicesimo secolo sofisticati astrolabi universali erano prodotti nella città marocchina di Taza. Anche città come

Marrakesh, Fez e Meknes furono associate alla fabbricazione e all'uso di astrolabi.

Dalla Spagna mussulmana a Gerbert d'Aurillac

L'astrolabio fu probabilmente introdotto nella Spagna musulmana attraverso Cordoba, a quel tempo capitale degli emiri e dei califfi Omayyadi. Gli studiosi di tutta la Spagna furono veloci nell'adozione dell'astrolabio. Nel tardo decimo secolo astrolabi e manuali sul loro uso erano prodotti in tutta la Spagna musulmana. Questi strumenti mostrano molte somiglianze con quelli prodotti in Nordafrica. Al tempo stesso i fabbricanti spagnoli svilupparono uno stile che distinse i loro astrolabi dagli strumenti maghrebini.

Abu Ishaq Ibrahim al-Zarqali (noto in Europa come Arzachel), vissuto in al-Andalus nel XI secolo, costruì il primo astrolabio universale, uno strumento che, a differenza dei suoi predecessori, non dipendeva dalla latitudine dell'osservatore, e poteva quindi essere utilizzato in ogni parte della Terra. Lo stesso al-Zarqali è anche l'autore delle Tavole di Toledo, un preciso repertorio astronomico (tradotto in latino da Gerardo da Cremona nel XII secolo) che servì da riferimento per la realizzazione delle Tavole Alfonsine, commissionate ad astronomi arabi da re Alfonso X di Castiglia (1221-1284) e adottate in tutta l'Europa per la navigazione.

La Spagna musulmana offrì anche un'importante base per la diffusione di astrolabi nell'Europa cristiana. Testi arabi sull'astrolabio furono tradotti in latino, rendendoli accessibili agli studiosi europei che andarono in Spagna alla ricerca della conoscenza greca e araba. In particolare nell'ultimo quarto del X secolo fu attivo in al-Andalus Maslama al-Majriti (morto nel 1007/8), astronomo e matematico, traduttore di Tolomeo, e probabile autore, come si è già accennato, dell'opera sull'astrolabio generalmente attribuita a Massahalla.

Gerbert d'Aurillac (ca 945-1003) che divenne papa Silvestro II nel 999, fu uno dei primi studiosi europei a stabilire contatti intellettuali tra la Cristianità latina e l'Islam. Nel 967 Gerbert si recò in Catalogna per completare la propria educazione e acquisire libri su vari argomenti matematici. Molto probabilmente, come da ultimo ha argomentato M. Zuccato⁶, ebbe già allora la possibilità di accedere ai risultati degli studi arabi sull'astrolabio. Dopo il ritorno dalla Spagna nel 970 egli restò in stretto contatto con studiosi spagnoli, chiedendo ulteriori librerie traduzioni dall'arabo, come si evince in particolare dalla sua Lettera 24⁷ indirizzata a Llobet di Barcellona (tardo X secolo), con la richiesta di un'opera di astronomia e astrologia che potrebbe essere proprio la traduzione del testo di Maslama. Anche se resta molto incerta l'attribuzione a Gerbert del trattato *De utilitatibus astrolabii*, egli probabilmente introdusse l'astrolabio ai suoi studenti a Reims, anche se il suo metodo d'insegnamento era basato piuttosto sulla realizzazione di sfere armillari, peraltro da lui significativamente migliorate, anche con l'impiego di nozioni che provenivano sicuramente dal contesto culturale arabo, come emerge dalle descrizioni offerteci dal suo allievo Richer⁸. Ma la sua figura si collega anche a un altro fondamentale fenomeno di trasferimento culturale, l'introduzione nel mondo occidentale delle cifre cosiddette "arabe", utilizzate da Gerbert per marcare i gettoni usati nell'abaco. Occorreranno altri due

6 M. Zuccato, *Gerbert of Aurillac and the astrolabe: an open historical problem*, in *Orbe Novus*, pp. 115-124, Universitalia, Roma 2010; M. Zuccato, *Gerbert's Islamicate Celestial Globe*, in *Archivum Bobiense – Studia V*, pp. 167-186, Bobbio 2005

7 Gerbert d'Aurillac (Silvestro II), *Lettere (983-997)* (trad. P. Rossi), Edizioni Plus, Pisa 2009

8 Richer di Saint Remi, *I quattro libri delle Storie*, (trad. P. Rossi), Edizioni Plus, Pisa 2008

secoli, e la brillante presentazione fattane da Fibonacci nel *Liber abaci*, perché le cifre arabe giungano a sostituire definitivamente i numeri romani, a ulteriore riprova di quanto faticoso e accidentale possa essere talvolta il viaggio delle idee. La conoscenza dell'astrolabio si diffuse invece rapidamente attraverso l'Europa. Nel giro di cinquant'anni una copia del testo di Llobet sull'astrolabio era arrivata al monastero di Reichenau in Carinzia, dove Hermann Contractus di Reichenau (1013-1054) se ne servì per scrivere il proprio trattato *De mensura astrolabii* (e forse anche il *De utilitatibus astrolabii* attribuito a Gerbert)

Dalla scuola di Gerbert all'Europa cristiana

Insieme con testi sull'astrolabio gli studiosi nordeuropei acquisivano gli strumenti veri e propri. Nel 1025 Rudolf di Liegi si vantava di possedere un astrolabio, e Walcher di Lorena (morto nel 1135), priore dell'abbazia di Malvern, usò il proprio astrolabio per determinare il tempo di un'eclissi lunare il 18 ottobre 1092. Tra l'undicesimo e il tredicesimo secolo la maggioranza degli astrolabi dell'Europa settentrionale era importata dalla Spagna musulmana. Come i testi questi strumenti erano tradotti in latino per permettere ai loro proprietari di comprenderli. Spesso il nuovo proprietario incidere i nomi latini sopra le parole arabe per i mesi e incidere i simboli standard per i segni zodiacali. Per secoli gli astrolabi spagnoli furono riconosciuti come beni di valore e strumenti utili: Martin Bylica (1433-ca 1493) stava ancora usando un astrolabio di Cordoba alla fine del quindicesimo secolo.

Presto manuali sulla costruzione e l'uso dell'astrolabio divennero comuni nelle università di tutta Europa. Peter di Maricourt nell'ultima metà del XIII secolo scrisse un trattato sulla costruzione e l'uso di un astrolabio universale (*Nova*

compositio astrolabii particularis).

Ma anche se il primo interesse per gli astrolabi fu incentrato sulle università, già nel quattordicesimo secolo gli astrolabi erano sempre più collezionati e usati da principi, re e imperatori di tutta Europa. Già all'inizio del dodicesimo secolo Adelardo di Bath (attivo ca 1116–1142) aveva dedicato un trattato sull'astrolabio al futuro re Enrico II d'Inghilterra mentre ne era precettore a Bristol verso il 1140. Carlo V di Francia (1337-1380) possedeva dodici astrolabi, e gli esempi si moltiplicano nei secoli successivi.

Gli strumenti erano diventati sempre più comuni in Europa in quanto si erano formati laboratori intorno a singoli artigiani.

Il più famoso dei primi astrolabisti fu il parigino Jean Fusoris (ca 1365-1436), i cui strumenti erano assai ricercati e molto copiati. Fusoris era uno studioso ma anche un abile artigiano, oltre a essere un imprenditore di successo e una spia conclamata. A oggi si conservano ancora tredici dei suoi astrolabi.

Negli anni dopo il 1390 Geoffrey Chaucer ritenne necessario mandare suo figlio a studiare a Oxford con un astrolabio e un manuale per il suo uso. Per l'occasione Chaucer scrisse il primo testo in lingua inglese sull'uso dell'astrolabio, il suo "Trattato sull'Astrolabio". Chaucer potrebbe aver scritto il suo testo avendo a disposizione un astrolabio: in ogni caso il testo era concepito per essere usato a fianco dello strumento.

Astrolabi nell'evo moderno

La produzione di astrolabi non cessò con l'inizio dell'età moderna; si ha addirittura evidenza di una produzione in serie, come nel caso di quattro astrolabi perfettamente identici realizzati all'inizio del XVI secolo da Georg Hartmann (1489-1564), singolare figura di ingegnere, umanista e astronomo, forse il primo a scoprire l'inclinazione del campo magnetico

terrestre.⁹

Sempre nel XVI secolo Johannes Stöffler pubblicò *Elucidatio fabricae ususque astrolabii*, un manuale sulla fabbricazione e l'uso dello strumento che divenne uno dei più comuni testi di riferimento e stabilì una sorta di *standard* per la progettazione di astrolabi.

L'uso degli astrolabi iniziò a declinare a partire dalla seconda metà del XVII secolo, soprattutto a causa dello sviluppo della scienza e dell'astronomia galileiana e del correlato e conseguente perfezionamento di altri strumenti rilevanti anche per la navigazione, come gli orologi basati sul principio del pendolo e i cannocchiali. Rilevante l'astrolabio di 84 cm di diametro, usato da Galileo: una copia è alla direzione del CNR a Roma,¹⁰ l'originale è al museo Galileo di Firenze.



9 C. Sigismondi, *Declinazione magnetica: storia delle prime misure e misura con l'azimut del Sole*, Gerbertus 9, 13 (2016).

10 http://catalogo.museogalileo.it/oggetto/Astrolabio_n14.html