Astrolabi

Autor:
Data de publicació: 25-07-2019

The Astrolabe Project. Inclou un programa per generar un astrolabi i un simulador en línia.

Astrolabi persa del segle XVIII. Whipple Museum of the History of Science (Cambridge, Regne Unit)

L’astrolabi planisfèric, usualment anomenat astrolabi, és un instrument astronòmic d’observació i càlcul analògic amb múltiples funcions basat en la projecció estereogràfica conjunta de les esferes celeste i local sobre el pla equatorial. Fonamentalment, permet mesurar l’altura dels estels i del Sol sobre l’horitzó i, a partir d’aquí, situar el cel en posició i determinar l’hora de l’observació. Els seus orígens es remunten a l'Antiguitat però va ser perfeccionat per les civilitzacions islàmiques, tant en l’aspecte tècnic com en l’ornamental, tot esdevenint objectes de gran valor artístic. El mot prové del grec astrolábion, de ástron «astre» i lab? «acció de prendre, presa».[1]

Contingut

1 Història
2 Elements de l'astrolabi
3 Mesura de l'altura d'un astre

4 Càlcul de l'hora
5 La projecció esterogràfica
6 Altres càlculs
7 Galeria
8 Referències
9 Vegeu també
10 Bibiliografia
11 Enllaços externs

Història

L'origen de l'astrolabi cal cercar-lo a l'antiga Grècia encara que no se n'ha trobat cap exemplar. Hiparc, al segle II aC, va escriure sobre la projecció estereogràfica, que és el mètode matemàtic en què es basa el funcionament de l'astrolabi. El segle II dC l'astrolabi apareix mencionat per primer cop per Ptolemeu al seu llibre Tetrabiblos.[2] Tanmateix, la descripció més antiga que es coneix d'un astrolabi planisfèric és de Joan Filopò, al segle VI dC, on explica onze usos del mateix. L'astrolabi islàmic més antic que es conserva el va realitzar Nas??lus a Bagdad l'any 315 H (927-928) i pertany a una col·lecció privada en dipòsit al Kuwait National Museum.[3]

Introduït a la península Ibèrica pels àrabs, l'astrolabi va ser adaptat a la numeració llatina i construït a Catalunya per Sunifred Llobet, de Barcelona, a la fi del segle X, que en va ensenyar el funcionament a Gerbert d'Orlhac, futur papa Silvestre II, el qual en va difondre el coneixement per Europa. Al monestir de Ripoll van ser copiats diversos tractats sobre l'astrolabi. Hom conserva a París, a l'Institut du Monde Arabe (col·lecció Marcel Destombes) un astrolabi construït segons la latitud de Barcelona pels volts de l'any 980. També es conserven diversos astrolabis àrabs trobats a València a finals del segle XI construïts per Ibr?h?m ibn Sa??d al-Sahl? i el seu fill Mu?ammad. L'astrolabi va ser usat durant l'edat mitjana pels navegants per calcular la latitud; va apareixer així l'astrolabi nàutic, que va ser substituït per l'octant i posteriorment pel sextant.[4]

Elements de l'astrolabi

Els astrolabis clàssics es van construir gairebé tots a partir del mateix model, el qual, en ser desmuntable, permet la identificació de tots els seus elements. Al costat dels noms en català es mostren llurs respectives equivalències aràbigues:

Astrolabi complet amb les seves parts, anvers i revers

Astrolabi del segle XVIII amb el seu joc de làmines

La mare (al-umm) és una caixa cilíndrica amb un fons de poc gruix on s'acoblen la resta elements. Està voltada d'una corona graduada. A la part superior hi ha un suspensori amb una anella per penjar-lo d'una corda. Al dors pot haver-hi dibuixat un quadrat d'ombres per realitzar mesures topogràfiques.
Les làmines (al-?af??i?) són uns discs que s'ajusten a l'interior de la corona. Al seu damunt hi ha representades les línies necessàries per al càlcul de l'hora i que depenen de la latitud del lloc. Cada astrolabi pot disposar d'un joc de làmines intercanviables (fins i tot gravades per les dues cares) corresponents a latituds diferents.
L'aranya o xarxa (al-?ankabut o al-šabaka) és una làmina perforada que representa la projecció simplificada del cel. En ella hi ha situats els principals estels i el cercle de l'eclíptica, el camí que recorre el Sol al llarg de l'any. L'aranya pot girar entorn del seu eix tal com aparentment ho fa l'esfera celeste cada 24 hores.
L'alidada (al-?i??da), al revers, és una regla que permet alinear l'observació d'un astre a través de dues pínnules foradades amb l'objectiu de mesurar-ne l'altura sobre l'horitzó.
L'índex (al-mur?), a l'anvers, és una regleta que permet unir el punts de l'aranya convenientment situats sobre la làmina i efectuar la lectura de l'hora sobre la corona graduada de la mare.[5]

Mesura de l'altura d'un astre

La mesura de l'altura d'un astre o d'un objecte qualsevol s'efectua al revers de l'astrolabi. Aquesta operació és l'ús més simple que es pot donar a l'instrument. És, de fet, l'única funció que fa un astrolabi nàutic, compost bàsicament per l'alidada i la mare. Un cop subjectat l'astrolabi en posició vertical, l'observador alinea l'alidada amb l'astre que vol mesurar de manera que la seva llum passi a través dels forats de les dues pínnules de l'alidada. El resultat es llegeix sobre l'escala graduada.

Si l'astre és un estel, l'ull de l'observador mira directament a través de les dues pínnules de l'alidada.
Si l'astre és el Sol, l'observador s'aparta i mira l'alidada des de fora fins que el raig del Sol que passa pel forat de la pínnula més allunyada passi pel forat més proper. La mesura de l'altura del Sol s'anomena «pesar el Sol».[3]

Mesura de l'altura d'Arcturus, en aquest exemple 45º sobre l'horitzó

Mesura de l'altura del Sol, en aquest exemple 45º sobre l'horitzó

Càlcul de l'hora

Un cop determinada l'altura d'un astre i coneixent la data, es pot calcular l'hora del moment de l'observació. Per a això

s'utilitza l'anvers de l'astrolabi, tenint en compte els següents elements:

La mare, la qual té inscrites sobre la corona graduada les hores, de 0 a 12 ante meridiem a la meitat esquerra i de 0 a 12 post meridiem a la meitat dreta. Si l'astrolabi es col·loca en posició horitzontal, el suspensori indica el sud, amb l'est a l'esquerra i l'oest a la dreta.
La làmina de la latitud corresponent. En ella hi ha dibuixada una trama de circumferències no concèntriques que representen les projeccions dels almucantarats, que són les línies que uneixen altures iguals. L'almucantarat de 0º correspon a l'horitzó del lloc d'observació. Normalment, la seva separació va de 5º en 5º fins al zenit amb, de vegades, els almucantarats dels crepuscles (-6º, -12º, -18º) per sota de l'horitzó.[6]
L'aranya, amb els seus estels i l'eclíptica, al damunt de la qual hi ha marcades les diferents posicions del Sol al llarg de l'any. Pot ser que tingui marcats els mesos o, en els astrolabis antics, els signes del zodíac, o ambdós.

Mare contenint una làmina simplificada amb només els almucantarats i el crepuscle astronòmic. En vermell hi ha dibuixat l'almucantarat de 45º

Aranya simplificada amb només alguns estels i el cercle de l'eclíptica amb els signes zodiacals. En vermell hi ha representat l'estel de l'exemple, Arcturus

Arcturus s'ha situat sobre l'almucantarat de 45º. Si es fa girar l'índex fins al Sol (en vermell), assenyalarà l'hora sobre la corona, en aquest exemple les 23:05

Un cop determinada l'altura d'un estel (o del Sol) sobre l'horitzó, es fa girar l'aranya fins que es superposa el punt que representa l'estel (o el Sol a l'eclíptica) sobre l'almucantarat corresponent a l'altura mesurada. Aleshores l'esfera celeste i l'esfera local estan en la posició correcta i tots els estels queden situats automàticament sobre els seus almucantarats. L'índex, alineat amb la posició del Sol, assenyalarà l'hora sobre la corona graduada.[6]

L'hora obtinguda és l'hora solar aparent. En l'ús modern de l'astrolabi, aquesta mesura ha de ser corregida tenint en compte de l'equació del temps i la diferència de longitud respecte el centre del la zona horària, així com l'aplicació de l'horari d'estiu o d'hivern.[7]

La projecció esterogràfica

L'astrolabi planisfèric s'obté per projecció tant de l'esfera celeste com de l'esfera local, tal com es representen conjuntament en una esfera armil·lar. De la mateixa manera que un mapamundi és una projecció de la Terra esfèrica sobre un full de paper, un astrolabi és una projecció de les esferes celeste i local sobre un full de paper imaginari col·locat tot tallant l'equador. En la projecció esterogràfica es dibuixa una línia des del pol sud celeste fins al punt de la superfície de l'esfera. El punt on aquesta línia creua l'equador es marca a l'instrument. En el cas que es volgués representar l'hemisferi sud la projecció es faria des del pol nord.[7]

La projecció esterogràfica compleix les següents propietats bàsiques: 1) L'equador celeste es transforma en un cercle, i el mateix passa amb totes les circumferències de l'esfera. 2) Els estels que estan separats un cert nombre de graus en l'esfera romandran separats el mateix nombre de graus en la projecció. 3) Es poden projectar no tan sols els estels de l'hemisferi nord, sinó també alguns de l'hemisferi sud.[8]

Projecció sobre l'aranya. El cercle exterior representa el tròpic de Capricorn i el centre el pol nord.

Esfera armil·lar amb el pol nord situat en posició vertical i el zenit en posició inclinada

Projecció sobre la làmina. L'azimut de 90º (en vermell) està limitat per l'horitzó (en verd)

Altres càlculs

En una làmina completa, a més dels almucantarats, hi ha el feix de corbes d'igual azimut, les quals conflueixen al zènit, així com les línies dels crepuscles i les de les hores desiguals, a la part inferior. Tots aquests elements permeten, un cop situada l'aranya en la posició correcta, de trobar, per exemple:

L'orientació: a partir de la mesura de l'altura d'un estel o el Sol, si es situa aquest en l'astrolabi sobre el seu almucantarat, es pot llegir el seu azimut, és a dir, la distància angular horitzontal al nord. Per tant, l'astrolabi també fa la funció de brúixola ja que a partir de la posició d'un astre es pot determinar el nord.

Les hores de la sortida i la posta del Sol: si es fa girar l'aranya de manera que el Sol toqui l'almucantarat de 0º per l'esquerra o per la dreta, es poden llegir sobre la corona graduada les hores de la sortida o la posta del Sol, respectivament.

Les hores dels crepuscles: de la mateixa manera que per les hores de sortida i posta del Sol es poden calcular les hores dels tres crepuscles: el civil (-6º), el nàutic (-12º) i l'astronòmic (-18º), per a qualsevol dia de l'any. Aquests càlculs tenen molta importància per a l'Islam per tal de calcular les hores de les pregàries de la matinada i del vespre.[9]

Les hores desiguals: antigament, el dia es dividia en 12 hores diurnes i 12 hores nocturnes, la qual cosa feia que, al llarg de l'any, les hores tinguessin una durada diferent (excepte als equinoccis). L'astrolabi permet trobar l'hora desigual corresponent al moment de l'observació:

Làmina amb els almucantarats, les corbes d'igual azimut, l'equador (en blau), el tròpic de Càncer (en vermell) i les línies de les hores desiguals (a baix), des de les 0 h a la dreta a les 12 h a l'esquerra.

Un cop situat l'estel o el Sol en posició, si l'índex es fa girar 180º respecte la posició del Sol a l'eclíptica, assenyalarà l'hora desigual, en aquest exemple entre la 8a i 9a hora (cercle petit)

La declinació d'un estel o del Sol: l'index té dibuixada l'escala de la declinació, ja que l'eix correspon a una declinació de 90º (pol nord) i la corona a -23,5º (tròpic de Capricorn). Per tant, per calcular la declinació d'un estel o del Sol un dia determinat només cal mesurar-la amb l'índex sobre l'aranya.
La latitud: a partir del Sol, coneguda la seva declinació el dia de l'observació, es mesura amb l'astrolabi l'altura del Sol al pas pel meridià. Aleshores la diferència entre l'altura del Sol i la seva declinació és exactament la colatitud. A partir d'un estel, es procedeix de la mateixa manera ja que la declinació de l'estel és coneguda i constant. Un altre mètode consisteix a mesurar, en el decurs d'una nit, les altures màxima i mínima d'un estel circumpolar. Si es sumen els dos valors obtinguts i es divideix per dos, el resultat és la latitud del lloc, atès que l'altura del pol sobre l'horitzó és exactament la latitud.[5]

La longitud: antigament es podia calcular la longitud geogràfica d'un lloc respecte a un altre de longitud coneguda mitjançant l'observació simultània d'un mateix eclipsi de lluna per dos observadors situats a països diferents. Ambdós observadors podien conèixer l'hora en què observaven una de les fases del fenomen, quan s'inicia l'eclipsi, quan es produeix la seva plenitud o el moment de la seva desaparició. A cada hora de diferència entre les dues observacions li corresponen 15º de longitud, car 360º dividit entre 24 hores és exactament 15º.[5]Més endavant, un cop descoberts els satèl·lits de Júpiter, es van utilitzar les seves ocultacions o trànsits pel planeta per tal de fixar les hores de les observacions realitzades des de llocs diferents. A partir de la diferència horària entre les dues observacions se'n dedueix automàticament la diferència de longitud.[10]

Galeria

Astrolabi d'Ibr?h?m ibn Sa??d al-Sahl?. Toledo, 1067. Museo Arqueológico Nacional (Madrid) [11]

Astrolabi d'A?mad ibn Mu?ammad al-Naqq?sh. Saragossa, 1080. Germanisches Nationalmuseum (Nuremberg) [12]

Astrolabi de ?Umar ibn Yusuf ibn ?Umar ibn ?Ali ibn Rasul al-Muzaffari. Iemen, 1291. Metropolitan Museum of Art (Nova York) [13]

Astrolabi de ??s? ibn All?h-d?d. Lahore, Pakistan, 1601. Adler Planeterium (Chicago) [14]

Referències

«Adler Collections» (en anglès). Adler Planetarium (Chicago). [Consulta: 15 abril 2019].

Vegeu també

Navegació astronòmica

Bibiliografia

HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena. Catálogo razonado de los astrolabios de la España medieval. Madrid: La Ergástula, 2018. ISBN 978-84-16242-45-0

Bruguera i Talleda, Jordi. Diccionari etimològic. Barcelona: Enciclopèdia catalana, 1996. ISBN 84-412-2516-8.
Hernández Pérez, Azucena. Astrolabios en Al-Andalus y los reinos medievales Hispanos. Madrid: La Ergástula, 2018. ISBN 978-84-16242-31-3.
Winterburn, Emily. «Using an Astrolabe» (en anglès). Muslim Heritage. [Consulta: 15 abril 2019].
«Astrolabi». Gran enciclopèdia catalana. [Consulta: 15 abril 2019].
Viladrich i Grau, Mercè. El Kit?b al-?amal bi-l-as?url?b (Llibre de l'ús de l'astrolabi) d'Ibn Al-Sam?: estudi i traducció. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 1986, p. 25, 42. ISBN 978-84-7283-085-1.
Casinello Espinosa, Andrés «Representaciones del cielo III: El Astrolabio». Astronomía, Febrer 2019, pàg. 22.
Morrison, James E. The Astrolabe (en anglès). Cambridge: Janus, 2007. ISBN 978-0939320301.
Ronan, Colin A. Els Amants de l'Astronomia. Barcelona: Blume, 1982, p. 62. ISBN 84-7031-463-7.
«Horaires des prières» (en francès). Oumma. [Consulta: 25 juny 2019].
Sobel, Dava. La Longitud. Barcelona: Edicions 62, 1997. ISBN 8429742964.
«Tesoros del Museo Arqueológico Nacional». Ministerio de Cultura y Deporte. [Consulta: 15 abril 2019].
«Astrolabium» (en alemany). Germanisches Nationalmuseum (Nuremberg). [Consulta: 15 abril 2019].
«Astrolabe of ?Umar ibn Yusuf ibn ?Umar ibn ?Ali ibn Rasul al-Muzaffari» (en anglès). Metropolitan Museum of Art (Nova York). [Consulta: 15 abril 2109].