

Longitudean galduta

Guillermo Roa Zubia

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Latitudea eta longitudea. Lurrazalean orientatzeko asmatu zituen gizakiak, posizioak definitzeko. Baina oso ezberdinak dira biak. Leku baten latitudea erraz neur daiteke; astroei begiratu besterik ez da egin behar. Gizakiak laster ikasi zuen nola egiten den. Longitudea zehaztea, ordea, XVIII. mendera arte izan zen soluziorik gabeko problema. Izan ere, gakoa denbora neurtzea zen, ez zerura begiratzea.

LONGITUDEA ZEHAZTU EZIN IZATEA ARAZO OSO OSPETSUA ZEN John Harrison britainiarra jaio zen garaian, 1693an. Europan, kaleko jendeak ere bazekien horren berri. Haientzat, zientzialariek konpondu beharreko arazoa zen, gaur egun guk minbiziaren sendabidearekin egiten dugun bezalaxe. Historialariek ez dakite noiz izan zuen Harrisonek arazoaren berri, baina inork ez du zalantzan jartzen hark ekarri zuenik soluzioa.



G. ROA

Batez ere kostaldeko herrietan, arazo larriak eragin zituen longitudea zehaztu ezin izateak. Izan ere, John Harrison jaio zen garairako, jende asko hil zen itsasoan itsasontzia zer longitude-tan zegoen jakin ezin zutelako. Longitudean galtzen zirenak ekaitzen eta ur-lasterren mende geratzen ziren. Hondoratuta hil ziren asko, itota; edo kostaldeko arroken kontra istripua izanda, edo, itsasoan luze egonez gero, eskorbutuak jota. Longitudea neurtu ahal izanez gero, norabide

zuzenena hartuko zuten itsasontziek, eta zailtasun horiei aurre egiteko aukera handiago izango zuten marinelak.

Horrelako istorio larri bat gertatu zen 1707ko urriaren 22an. Bost ontziko armada ingeles batek bidea galdu, eta Britainiako kostan izan zuen istripua. Bost ontzietatik lau hondoratu ziren. Azkenean, ia bi mila lagun ito ziren, uste zuten baino ekialderago ari zirelako nabigatzen.

Istripu hark oihartzun handia izan zuen. Besteak beste, gobernua Longitudearen Akta izeneko idatzi bat egin zuen 1714an. Idatzi hartan diru-sari handia agintzen zuen longitudearen 'aurkikuntza' egiten zuenarentzat: 10.000 liberako saria emango zion longitudea gradu bateko zehaztasunaz neurtzen zuenari; 15.000 liberakoa gradu baten bi herenekoa baldin bazen zehaztasuna, eta 20.000 liberakoa gradu-erdikoa bazen.

Ideiak

Nola neur zitekeen longitudea? Saria- ren berri ez zutenek ere, ideia asko plazaratu zituzten itsasontzien longitudea zehazteko. Konplexuak batzuk, eta harrigarriak beste batzuk. Kostaldetik oso urrutira joan behar ez zuten ontzientzat, adibidez, oso sistema sinpleak probatu zituzten. Ontzia nabigatzen ari zela, makila bat bota zitekeen uretara ontziaren abiadura neurtzeko. Ontziak makilatik urruntzeko zenbat denbora behar zuen neurtuta, abiadura jakin zitekeen. Eta abiadura jakinda eta iparrorratza edukita, erraz kalkula zitekeen longitudea.

Hori baino metodo sinpleagorik ez zegoen. Baina arazo asko ematen zuen: makila ez zen puntu batean geldirik egoten, itsasontziak ez zion beti norabide berari jarraitzen eta, gainera, faktore zehazgabe askotan oinarrituta zegoen metodoa. Beraz, marinela- ren senak baino gutxiago balio zuen sistema hark.

Dena dela, ez zen hain zaila itsasoan balizak finkatzea. Leku jakin batean geldirik egoten diren horietakoak. Hain zuzen ere, horrelako 'mugarrietan' oinarritutako beste sistema bat ere proposatu zuten. Sistema ausarta zen: buia finkoak jartzea, eta kanoi txiki bana lotzea buietara. Ordu jakin batzuetan egingo zuten tiro kanoiek, inguruan nabigatzen ziren itsasontziek erreferentzia har zezaten. Ideia xelebre, benetan. Baina sistema hura probatzen hasi aurretik konturatu ziren zailtasun handiak zituela Alde batetik,



Itsasontzi baten latitudea astroei begira kalkula daiteke. Ipar hemisferioan, adibidez, iparrizarra erabil daiteke erreferentzia moduan. Polotik gertu dagoen ontzi batek gain-gainean du izarra (zerumugatik 90 gradura), eta ekuatoretik gertu dagoen batek, berriz, zerumugan bertan (0 graduan). Eguzkiari begira ere kalkula daiteke latitudea, antzeko sistema baten bitartez.

G. ROA

“Longitudearen Aktaren bitartez saritu nahi zuten arazoari soluzioa ematen ziona: 20.000 libera gradu-erdiko zehaztasunaren truke”

itsasoa buiaz bete beharko zuten, edozein tokitatik gertu izateko, eta ekaitz-egunetan ere tiroak entzun ahal izateko; praktikan ia ezinezkoa zen. Gainera, tiroa egingo zuen pertsona bat beharko zuten buia bakoitzean, eta itsasargi urrun bateko lana baino askoz traketsagoa eta arriskutsuagoa izango zen hura. Ideia, beraz, bertan behera geratu zen, aztertzen hasi ziren unetik bertatik.

Denboran zegoen gakoa

Praktikan, sistema fidagarri bakarra denbora neurtzea zen. Bi tokitako denbora, hain zuzen ere. Itsasontzia zegoen tokiko ordua eta, adibidez, Londresko edo Parisko ordua konparatu ahal izanez gero, erraz kalkula zitekeen longitudea. Baina, horretarako, erloju fidagarri bat eraman beharko zuten itsasontzian; erreferentzia-tokiaren ordua edozein unetan jakin ahal izateko.

Baina nabigatzeko ez zegoen erloju egokirik. XVIII. mendean hasieran, munduko erloju zehatzenek pendulu bidez funtzionatzen zuten. Eta, itsasoan balantzaka, penduluak ez ziren batere fidagarriak.

Hala eta guztiz ere, naturan bazeuden erloju zehatzak. Astroak erabil daitezke erloju gisa. Oso ideia ona zen. Gainera, astroek latitudea zehazteko balio bazuten, zergatik ez zuten balio-ko longitudea neurtzen laguntzeko?

Behaketa astronomikoa betidanik izan zen baliabide ederra. Eklipseak erabil zitezkeen, adibidez, orduak zehazteko.

Teorian ideia ona zen. Azken batean, eklipseak noiz gertatuko ziren, eta Europako hiri nagusietatik noiz ikusiko ziren ondo kalkulaturata zegoen. Beraz, eklipse bat itsasotik ikusiz gero,

latitua jakinda, erraz kalkula zitezkeen itsasontziaren longitua. Hala ere, arazo nagusia begi-bistakoa zen; eguzki- edo ilargi-eklipseak urriak dira. Oso noizean behin gertatzen dira. Ez zen ideia ona edozein unetan longitua kalkulatuzeko.

Maizago erabil zitezkeen, ordea, Jupiterren ilargien eklipseak. Galileok berak proposatu zuen ideia hura Europa, Ganimes, Io eta Kalisto aurkitu zituenean. 1610. urtea zen, gutxi gorabehera. Satelite haien orbitak aztertu, eta, betikoa: haien arteko

eklipseak Londrestik zein ordutan ikusiko ziren jakinez gero, gau askotan kalkula zitezkeen itsasontziaren longitua. Eklipse haiek Ilargiarenak eta Eguzkiarenak baino askoz ugariagoak ziren. Are gehiago, eklipsarik ez bazegoen ere, lau sateliteen posizioak erabil zitezkeen.

Baina, aurreko ideiak bezala, Jupiterren sateliteen behaketak arazo handiak zituen. Sistema hura aurrera eramateko, itsasontzi bakoitzak teleskopio on bana izan beharko zuen. Eta behatzaile trebeak; eta balantzaka dabilen ontzi batetik ez da lehorretik bezain erraza behaketa astronomikoa.

Gainera, Jupiterren sistema ez zen gauero egoten ikusgai. Urte-erdia egon daiteke Eguzkiaren beste aldean, Lurretik ikusita. Noizean behin Ilargiak berak ere egiten du traba Jupiter behatzeko. Eta, hori baino askoz garrantzitsuagoa, lainotuta egonez gero ezin zuten ez Jupiter eta ez beste ezer behatu zeruan. Lehorrean, ordea, arrakasta handia izan zuen Gali-

Mundua bi erditan banatuta

Amerikatik itzuli ondoren, lurralde aurkitu berrien jabetza jokoan zegoen. Gaztela eta Portugal, garai hartako Europako indar militar handienak, eztabaidan hasi ziren lur haiek eskuratzeko.

1494ko ekainaren 7an, bi herrietako agintariek Tordesillasko Ituna sinatu zuten. Itun haren arabera, mundua 'bitan banatu' zuten. Muga batetik mendebaldera aurkitutako lurralde guztiak Gaztelarenak izango ziren, eta mugatik ekialderakoak, berriz, Portugalenak. Baina muga hark longitua jakin bat izan behar zuen, eta ez zuten hori zehazteko teknika fidagarririk. Eztabaida biziagotu egin zen.

Tordesillasko Itunean zehaztu zuten muga hura Cabo Verde uharteetatik 370 legoara egongo zela mendebaldera (370 legoara 2.055 kilometro dira, gutxi gorabehera). Jakina, horrek hainbat arazo ekarri zituen. Alde batetik, testuan ez zuten zehaztu Cabo Verdeko zein uharte izango zen erreferentzia; arxipelagoa 300 kilometro zabal da mendebaldetik ekialdera, eta, beraz, uharte batetik neurtu edo beste batetik neurtu, alde handia dago. Beste alde batetik, Itunak ez zuen zehazten 370 legoara haiek Cabo Verdeko latitudean edo ekuatorean neurtu behar ziren. Azkenik, lehen esan bezala, praktikan ez zuten teknologiarik distantzia hori neurtzeko, hau da, lurralde berria aurkituz gero, ezin zuten jakin zer aldetan zegoen.

XVIII. mendera arte ez zuten soluziorik aurkitu. Baina ordurako berandu zen. Berrehun urte lehenago behar zuten konponbidea. Borrokak eta azpajokak izan ziren, eta tartean erregeak, agintariak zein Aita Santua ere ibili ziren. Eta, nola edo hala, banatu egin zuten mundua bitan. Banaketa haren ondorioz, adibidez, Brasilen portugesez hitz egiten da gaur egun, baina Hego Amerikako beste herri guztietan, aldiz, gaztelaniaz.

“longitua toki batean neurtzeko sistema fidagarri bakarra denbora bi tokitan neurtzea zen, tokikoa eta erreferentzia batekoa”



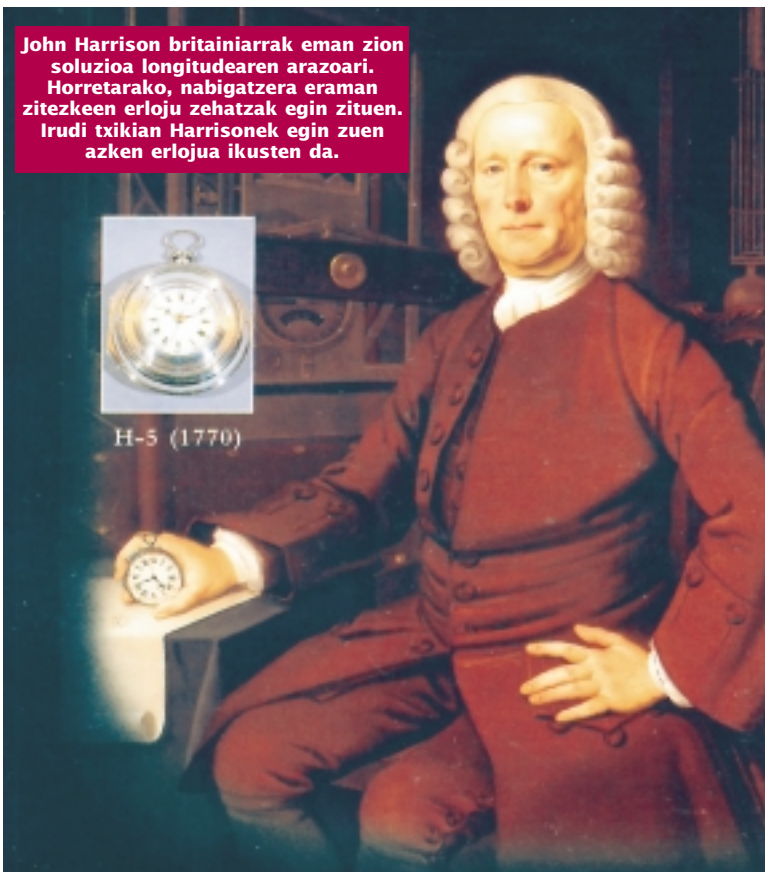
Greenwicheko behatokiaren posizioa izan zen 'zero' meridianoa zehazteko erreferentzia.

ITSAS MUSEO NAZIONALE, LONDRES

John Harrison britainiarrek eman zion soluzioa longitudearen arazoari. Horretarako, nabigatzera eraman zitezkeen erloju zehatzak egin zituen. Irudi txikian Harrisonek egin zuen azken erlojua ikusten da.



H-5 (1770)



leok proposatutako metodoak. Mapagintzan aplikatu zuten, eta ospe handia hartu zuen 1640tik aurrera (Galileo hil zen garaian, gutxi gorabehera).

Behatokiak

1650erako, argi zegoen denbora neurtu beharko zutela itsasoan longitudea zehaztu ahal izateko. Argi zegoen longitude ezaguneko toki baten ordua jakin beharko zutela neurketa egiteko unean. Eta, zoritxarrez, gehientsuenek uste zuten astroak izan beharko zituztela erloju haiek. Zoritxarrez, longitudearen arazoa ez baitzen horrela konponduko.

Dena dela, arazo hark behaketa astronomikoa sustatu zuen. Astroen mugimenduak erloju bihurtzeko, oso ondo ezagutu behar ziren mugimendu haiek. Informazio hura falta zen. Lehenago, astronomo batzuek, Tycho Brahe daniarrak adibidez, planetak eta izarrak behatu, eta milaka datu bildu zituzten. Begi hutsez, gainera. Baina XVII. mendean teleskopio onak erabili zitezkeen behatzen jarraitzeko.

“Parisko eta Greenwicheko behatokiak, biak eraiki zituzten longitudearen arazoari erantzuten laguntzeko”

Giovanni Domenico Cassini astronomo italiarrak behaketa asko egin zituen. Lan hark eman zion ospeagatik, Parisa joateko gonbidatu zuten, eta hara joan zen bizitzera (hain zuzen ere, askotan, Jean Dominique Cassini izenez ezagutzen da). Luis XIV.a ez zen inondik inora zientziagalea, baina, Cassinik eskatuta, Zientziari buruzko Frantziako Errege Akademia sortzeko eta Parisen behatoki bat instalatzeko baimena eman zuen 1666an.

Ingalaterran antzeko zerbait bat gertatu zen. Karlos II.a erregea bera zegoen longitudearen arazoagatik kezkatuta. Soluzioa llogiarene mugimenduak emango zuelakoan, John Flamsteed astronomoari aholkua eskatu zioten. Flamsteedek behatoki bat eraikitzeko eskatu zuen. Azkenik, 1675an osatu zuten eraikin berria Greenwicheko parkean, Londresen. Jakinaenez, behatoki hura erreferentzia bihurtu zen gerora munduan, bai ordua emateko, baita 'zerogarren' meridianoaren kokagune gisa ere.

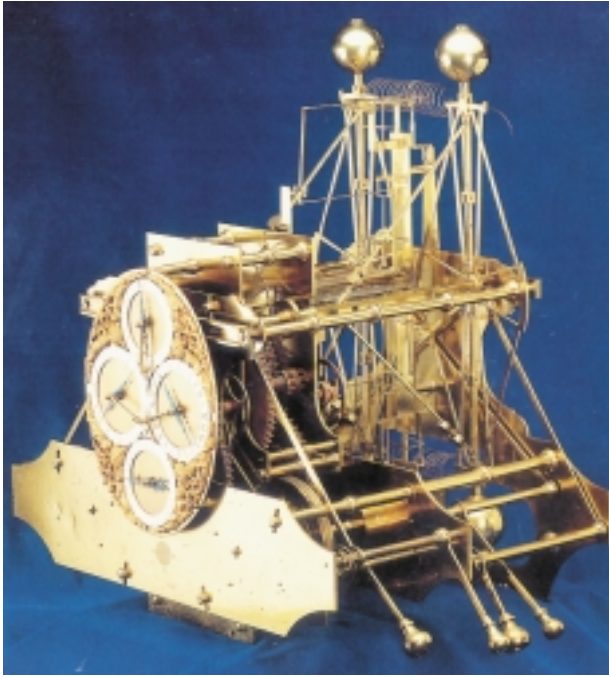
Harrisonen erlojuak

Soluzioa, ordea, John Harrisonen lanak ekarri zuen. Longitudearen arazoari aurre egin baino lehen, Harrisonek bazuen ospea erlojugintzaren esparruan. Hogei urterekin egin zuen bere lehen pendulu-erlojua, 1713an, eta zazpi urte geroago eskatu zioten dorre baterako erlojua egiteko. Brocklesby parkean instalatu zuten 1722an, eta geroztik ari da han lanean erloju hura.

Roemer eta argiaren abiadura

Jupiter zeruko erlojutzat har daiteke. Ez du marraztutako zenbakirik, ezta orratzik ere, baina teleskopio baten bidez erraz ikusten zaizkio lau satelite. Eta horien posizioak ikusita ikas daiteke ordua irakurtzen. Praktikan oso zaila zen erloju haren bitartez longitudea neurtzea itsasoan, baina lehorrerako ez zen hain aukera txarra. Europako hainbat hiritako longitudeak zehaztu ziren satelite haiei begira.

Lan hartan jardun zutenen artean Ole Roemer daniarra zegoen. Roemer konturatu zen behaketa ez zela berdina Jupiter Lurretik gertu egon edo urrun egon. Sateliteen orbitak kalkulatu zeuden, baina kalkulua ez zen beti zehatza izaten. Batzuetan errorea handia zen, eta beste batzuetan txikia. Azkenean, Roemerrek ulertu zuen argia zela arazoa. Jupiterretik Lurrera iristeko denbora behar zuen, gehiago urrun zegoenean eta gutxiago gertu zegoenean. Sateliteen orbitak, beraz, ez ziren zehatzak, planeta gerturatzen zenean kalkulaturakoa baino lehen ikusten zituztelako posizioak, eta, alderantziz, planeta urrundutakoan kalkulaturakoa baino geroago ikusten zituztelako.



ITSAS MUSEO NAZIONALA, GREENWICH

Harrisonen egidako bi erloju adierazgarri. Ezkerrekoa H-1 da, itsasontzian eramateko egin zuen lehena, eta eskuinekoa H-4, saria merezimendu osoz irabazteko balio izan ziona.

Baina itsasorako erloju batek pendulurik gabekoa izan beharko zuen; pendulurik gabekoa eta zehatza. Izan ere, askakuntza asko egin behar izan zituen erlojuak itsasoko kondizioetan zehatza izateko: frikzioaren aurkako mekanismoa, olio gehitu behar ez izateko; bi metal-mota, piezek tenperaturaren eragina konpentsa zezaten; eta abar.

“nahitaez, itsasorako erloju batek pendulurik gabekoa izan beharko zuen; pendulurik gabekoa eta zehatza”

Ez da harritzekoa, beraz, lan mantsoa egitea. Itsasoratzeko lehen erlojuak,

H-1, bost urtean egin zuen. 1737an aurkeztu zuen *Royal Society*-n, eta ospe handia hartu zuen. Lisboarako itsas bidaia batean ere probatu zuten erlojuak; longitudea kalkulatzeko oso egokia zen. Baina Harrisonek hobetu egin nahi zuen. Lau urte behar izan zituen H-2 osatzeko, eta hementzi eman zituen H-3 izenekoan lanean.

Hala ere, Harrisonek erloju hobea egin nahi izan zuen, eta, urtebete geroago, poltsikoko erlojuaren itxura zuen H-4 erlojuak egin zuen. Erloju hura Jamaikarainoko nabigazio batean eraman zuten; 81 egunean bost segundo besterik ez zuen galdu.

Dena dela, ez zioten sari osoa eman Harrisoni. Askoren ustez, horrek ez zion longitudearen arazoari soluziorik ematen, ez baitzegoen datu astronomikoetan oinarrituta. Sariketaren epaimahaikideek beste bi erloju egiteko eskatu zioten Harrisoni. Azkenik, 1770ean osatu zuen H-5 izenekoak, eta harekin eskuratu zuen saria azkenik, bi urte geroago. ■

Har ezazu zure meridianoa

Zergatik dago 'zero' longitudea Londresen? Zergatik da Greenwicheko meridianoa erreferentzia? Erantzunak historia-liburuetan bilatu behar dira, baina, azken batean, giza-kiak erabakitako zerbaite da. Hitzarmena. Adostutako zerbaite, besterik ez. Baina erreferentzia beste edozein hiritan egon zitekeen. Izan ere, norberak erabil dezake berea nahi izanez gero (noski, horrek zailtasun handiak ekarriko lituzke, Greenwichen erreferentzia izateko prestatuta baitago dena).

Dena dela, 'lehen' meridianoa ez da beti Londresen egon. Beste hainbat hiritan egon da, garaian garaiko behar historikoen arabera. Ptolomeok, adibidez, Madeiran eta Kanarietan jarri zuen meridianoa. Beste batzuek, berriz, Azoreetan eta Cabo Verdeko uharteetan. Eta ozeanotik urrun ere egon da meridianoa, Erroman, Kopenhagen, Jerusalem, San Petersburgon, Pisan, Parisen eta Filadelfian, adibidez. Zergatik ez dugu jarriko, bada, etxeko atarian?



ARTIBIKOKA