

MEREZI OTE 3200. URTEA BISURTE IZATEA?

ELISABETE ALBERDI CELAYA
*Matematika Aplikatua Saila,
 Meatzeen eta Herri Lanen Ingeniaritza
 Teknikoko Unibertsitate Eskola, EHU.*

Egun jakin bat iristeko falta den egun-kopurua modu ezberdinetan kontatu izan dugu. Orain dela 13.000 urte, Cro-Magnongo gizakiek, neguko lehenengo izoztetik udaberrira arte zeuden egunak kontatzeko, ilargi beteak kontatzen zituzten; presoek marra bidez kontatu izan dute espetxea utzi eta libre izateko falta zuten egun-kopurua; eta umeez Olentzero iristeko zenbat lo egin behar dituzten kontatzen dute. Ilargiarenaldiak oinarri dituena, marraz osatua edota egin beharreko lo kopurua unitatetzat duena, guztiok gaur egun horman eskegita, mahai gainean kokatuta edo diru-zorroan gordeta eramaten dugun egutegiaren adibideak dira.

LEHENENGO EGUTEGIA: ILARGIAREN ALDIETAN OINARRITUA

Gizakiari aspalditik datorkio denbora neurtzeko gogoia edo obsesioa. Nanosegundoak (10^{-9} segundo) eta femtosegundoak (10^{-15} segundo) neurtzeko gai garen garaioan, beharbada arrotz gerta dakiguke egutegi zehatz baten bila gizakiak eginiko ibilbidea, baina horrela izan da: egutegi zehatz eta erabilgarria luzaroan izan da gizakiaren erronkarik garrantzitsuenetakoa.

Antzinako denboretako egutegi guztiak berdin funtzionatzen ez badute ere, badituzte hainbat ezaugarri komun. Adibidez, egutegirik gehienak ziklikoak dira, hau da, aldi bat betetakoan, errepikatu egiten dira.

Gehienak era zirkularrean adierazten dira, garai bateko kulturetan ortzia disko, zirkulu edo esfera gisa irudikatzen zutelako. Esfera hori ilargi-hilabetetan edo eguzki-hilabetetan banatzen zuten, eta zerua urteko 360 egunetan edo 360 gradutan banatu.

Harri Aroko astronomoek ilargiaren aldiei erreparatu zieten, ilargia bete, erdi bete eta guztiz ilun zegoen uneen arteko gauak zenbatu zitzaizkela eta errepikatu egiten zirela ohartu baitziren. Hala, antropologo batzuen ustez gizakiak erabili zuen lehenengoetariko egutegia arrano-hezur batean eginiko koska batzuez osatua da, antzeko sinboloen multzokatze ezberdinen inprimaketa erregularrez eratua.



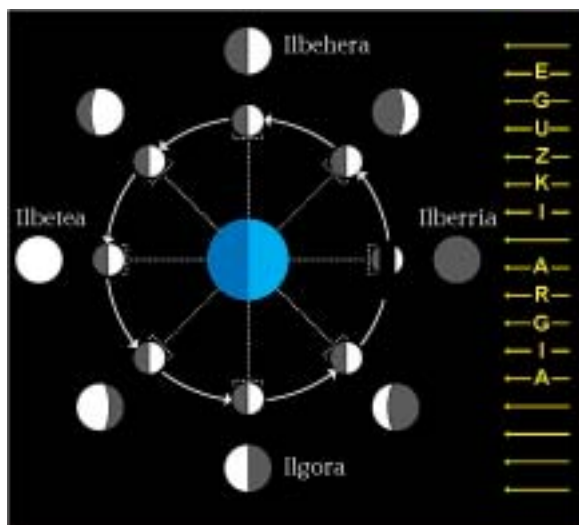
ARG.: © VLADIMIR VORONIN/123RF

Ilargiak 29 egun eta erdi inguru (29,5306 egun, hain zuzen) behar ditu bere aldi guztietatik pasatzeko: ilberrietik ilgorara, ilgoratik ilbetera, ilbetetik ilbeherara eta azkenik, ilbeheratik ilberria pasatzeko. Ilargiaren hamabi ziklo osok, gutxi gorabehera, lau urtarok betetzen dituzte, eta lau urtarok, orduko gizarteek dagoeneko urte bezala eza gutzen zutena osatzen zuten. Greziarrek, juduek, txinatarrek... ilargi-urtea erabili zuten, 29 egun eta erdiko 12 hilabetez osatua, eta orotara 354 egun zituena.

Ilargiaren aldiatan oinarritutako egutegia zerabiltenek ez zuten denbora askorik behar izan, ordea, beren urteak akatsen bat zuela ohartzeko, beren egutegian 8 urte nahikoa baitira udaberriaren hasiera beren egutegiko udaren hasieran gertatzeko, eta, hala, 16 urtean, udaren hasiera neguaren hasierarekin bat etortzen zen. Ilargi-urtean antzeman zuten akatsa zuzentzeko, greziarrek 8 urtean behin 90 egun gehitzen zituzten beren egutegian, juduek ilargi-hilabete bat gehitzen zuten 3 urtean behin, eta matematikari txinatarrek 19 urtean behin 7 ilargi-hilabete gehitu behar zirela zioten.

ILARGI-URTETIK EGUZKI-URTERA

Sumertarrek K.a. XXI. mendean 360 eguneko urtea zerabilten, ilargi-hilabetea 30 egunera birbiltzearen ondorioa zena. Sumertarren sistema 6 eta 60 zenbakietan oinarritzen zen. Zenbaki bien biderketak 360 ematen du, eta zenbaki hori da oraindik ortzia edo edozein plano zirkular banatzeko erabiltzen



Ilargiaren aldiak Lurra erdian dela: Ilberria, Ilgora, Ilbetea eta Ilbehera. ARG.: ELISABETE ALBERDI.

Maia-izena		Egun-kopurua
20 kin	1 uinal	20 egun
18 uinal	1 tun	360 egun
20 tun	1 katun	7.200 egun
20 katun	1 batkun	144.000 egun

Maien egutegiko unitateak, haien arteko erlazioa eta bakoitzaren iraupena egunetan.

duguna. Babiloniarrek sumertarren zenbaki-sistema jarauntsi zuten, eta eguna 24 ordutan banatu zuten. Horren zergatia ez badakigu ere, badirudi zodiakoarekin lotura duen zenbakia dela eta astrologian zuten sinismenak eraman zituela horretara.

Eguzki-urtea Lurra Eguzkiaren inguruan egiten duen translazio-mugimenduaren iraupena da, eta 365,242190 egunek osatzen dute. Duela 6.000 urte inguru, egiptoarra izan zen ilargi-urteak zuen errorea zuzendu eta eguzki-urtea hartu zuen lehenengo zibilizazioa. Haien egutegiak 30 eguneko 12 hilabete eta beste 5 egun gehigarri zituen. Bost egun gehigarri horiek Osiris, Isis, Horus, Neftis eta Set jainko-jainkosen egun bihurtu zituzten. Egiptoarrek eguzki-urtearen hain hurbilpen ona nola egin zuten misterioa bada ere, azalpenik sinesgarriena Nilo ibaian aurki dezakegu: Nilo ibaian ekainaren amaieratik urriaren amaierara arte uholdeak izaten ziren; ibaiak urritik otsailera uztarentzat lur ona uzten zuen, eta, ondorioz, otsailetik ekainaren amaierara arte, uzta oparoa biltzen zuten ibaiaren alboko lursailetan. Beraz, bertako biztanleek uholde baten eta hurrengoaren arteko egun kopurua kontatzea baino ez zuten egin behar eguzki-urtearen iraupena kalkulatzeko. Egiptoar astronomoak, halaber, ohartu ziren eguzki-urtea berek zerabilten egutegia baino egun-laurden bat luzeagoa zela, eta K.a. 238. urtean eguzki-urtearen iraupena 365 1/4 egunean ezarri zuten.

Baina ez ziren izan egiptoarrek 365 eguneko egutegia erabili zuten bakarrak. Maiek 3 egutegi-sistema erabili zituzten, eta, haietako batean, urtearen iraupena 365 egunekoak ziren. Maiek erabilitako egutegietako bat egutegi zibila (*haab*)



Maien *haab* egutegiko 19 hilabeteak. Lehenengo hilabetea *pop* izenekoa da, bigarrena *uo*, hirugarrena *zip*, etab. Azken hilabetea, *uayeb* izenekoa, 5 eguneko osatua da, eta beste guztiak 20 egunekoak dira. ARG.: © MILA GLIGORIC/123RF.

izenekoa da, bigarrena egutegi sakratua (*tzolkin*) izenekoa, eta hirugarrena, *kontaketa luzea* izenekoa. *Haab* egutegiak 20 eguneko 18 hilabete eta 5 eguneko hilabete bat ditu, orotara 365 egun. Badirudi maiek ere bazekitela urtearen iraupena 365 1/4 egunekoak zela, nahiz eta beren egutegian egun-laurdena kontuan hartzen ez zuten. *Tzolkin* egutegiak 260 egun ditu, eta *kontaketa luzea* izeneko sistema 360 eguneko unitatetan oinarritzen da, *tun* unitatea eta 20 zenbakia erabiliz. Maientzat *batkun*-a 144.000 eguneko denbora tartea da, eta *batkun*-a 13 zenbakiaz biderkatuz ziklo luzea deiturikoa lortzen dute, 5.130 urte inguruko iraupena duena. Haiek uste zuten ziklo luze baten ostean ordura artekoa desagertu egiten zela, mundu berri bati bide emanez. 2012ko abenduaren 21ean bukatu da haien azken zikloa, K.a. 3114 inguruan hasitakoa. Ziur ez badakigu ere, maiek ere behaketa astronomikoetan oinarrituta eman zuten beren urtearen luzera.

GURE EGUTEGIA: EGUTEGI GREGORIARRA

Gaur egun, munduko lekurik gehienetan darabilgun egutegia gregoriarra da, XVI. mendean Gregorio XIII.a aita santuak ezarria. Haren helburua zen egutegi horretako urtearen



Eguzki-urtea Lurak Eguzkiaren inguruan egiten duen translazio-mugimenduari iraupena da, eta 365,242190 egunez osatua dago. ARG.: © PAVEL ISUPOV/123RF.

iraupena eta eguzki-urtearena ahalik eta berdintsuenak izatea. Egutegi gregoriarra eguzki-egutegia da: 365 egunez eta 12 hilabetez osatua, eta bisurteetan egun gehigarri bat sartzen du. Urte bat bisurtea da lau zenbakiaren multiploa denean. Salbuespena 100en multiploak diren urteak dira: haiek bisurteak dira bakarrik 400en multiplo direnean. Adibidez, 1700., 1800. eta 1900. urteak ez dira bisurteak, baina 2000a bisurtea da. Egutegi gregoriarra Julio Zesarrek K.a. 45. urtean ezarritako egutegi juliotarra ordezkatu zuen. Haien arteko ezberdintasun nagusia zera da, egutegi juliotarrean 4 zenbakiaren multiplo ziren urte guztiak zirela bisurteak. Egutegi juliotarreko urteak, batez beste, 365,25 egun zituen. Egutegi gregoriarrean, aldiz, 100en multiplo diren 4 urtetik hiru bisurteak ez direnez, 400 urteko ziklo batean 100 bisurte izan beharrean 97 bisurte daude, eta, ondorioz, $400 \times 365 + 97 = 146.097$ egun. Eta horrek $146.097/400 = 365,2425$ eguneko batez besteko iraupena duen urtea ematen digu. Beraz, egutegi gregoriarra egutegi juliotarra baino hobeto hurbiltzen da eguzki-urtera.

Egutegi juliotarrak martxan zeramatzan 1.600 urte inguruan egutegi gregoriarreki-ko (eta baita eguzki-urtearekiko ere) 10 bat eguneko errore metatua zeukan; alegia, 10 egun atzetik zihuan. Errore hori konpontze-

ko, egutegi gregoriarra ezarri zenean, egutegi juliotarreko 1582ko urriaren 4ari, egutegi gregoriarreko 1582ko urriaren 15ak jarraitu zion. Herrialde katolikoek, hala nola Espainiak, Portugalek eta Italiak, segituan onartu zuten egutegi gregoriarra.

Hala eta guztiz ere, egutegi gregoriarrek ere ez du eguzki-urtearen iraupen zehatza ematen; bien arteko diferentzia $3,1 \cdot 10^{-4}$ egun da. Hau da, egutegi gregoriarrek eguzki-urtearekiko egun gehigarri bat sartzen du gutxi gora-behera 3.225 urtean behin. Egutegi horren errorea txikituko duen beste egutegi batean pentsa al dezakegu?

Egutegi gregoriarrean iraupena honela kalkula daiteke:

$$365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400} = 365,2425$$

Egutegi gregoriarreko urtea eguzki-urtea baino luzeagoa denez, adibidez, bisurte batzuk ken daitezke eguzki-urtearen iraupenera gehiago hurbil dadin. Esaterako, 3.200en multiploei bisurte-izaera kenduz gero, hauxe litzateke urtearen iraupena:

$$365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400} - \frac{1}{3.200} = 365,2421875$$

Hau da, baldin eta bisurtea 4 zenbakiaren multiplo bada, baina 100en multiplo de-

nean bakarrik 400en multiplo ere badenean, baina 3.200 zenbakiaren multiplo ez denean, eguzki-urtera hobeto hurbiltzen den egutegia dugu. Ez da arraroa 3.200 zenbakia agertzea, aurretik esan den bezala egutegi gregoriarrek 3.225 urtean behin egun gehigarri bat sartzen baitu.

BUKATZEKO...

Egutegi gregoriarrean, 2014. urtea da aurten-goia; korear egutegian, 4347a; maien egutegian, aldi berriko 2. urtea; txinatarrean, zaldiaren urtea... Guztien helburua eguzki-urtera ahalik eta gehien hurbiltzea da. Eguzki-urtea zenbaki arrunta balitz, guztia errazago litzateke, eta ez genuke bisurteen beharrik izango. 3.200 urtetik behin egun bat kenduta egutegi gregoriarren zehaztasuna hobetzen bada ere, horren premiarik ez dago, epealdi horretan egun bateko errorea sartzea ez baita ezer, eta epealdi horretan, gainera, Eguzkiaren, Lurraren eta abarren zikloak aldatu egingo baitira.

Ez gara izango gu ezarria izan zenetik aldaketarik jasan ez duen egutegi gregoriarra aldatuko dugunak, ziklo-aldaketei utziko diegu lan hori egiten. Nork daki, agian eguzki-urtearen iraupena 365 egun zehatzekoa izatera pasatuko da, eta, era horretan, egutegia egiteko lanak erraztuko ditu. ●

BIBLIOGRAFIA

Astronomical Almanac for the Year 1989.

Washington, D. C.: Government Printing Office, 1988.

BLACKBURN, B.; HOLFORD-STREVS, L.: *The Oxford Companion to the year: An exploration to calendar customs and time-reckoning.* Oxford University Press, New York, 1999.

DERSHOWITZ, N.; REINGOLD, E.M.: *Calendrical calculations.* Cambridge University Press, New York, 2008.

Duncan, D.E.: *Calendar. Humanity's Epic struggle to determine a true and accurate year,* Avon Books, Inc., New York, 1999.

SHALLIT, J.: *Pierce expansions and rules for the determination of leap years,* Fibonacci Quarterly, 32, 1994, 416-423.