

{ txostena } Jose Angel Oria

KLIMA ALDAKETA

Sumendiek orain hamabost mende egin zutena aztertu, egun gizakiok eragiten duguna ulertu ahal izateko

660

Ulf Buntgen ikerlariak Austriako Alpeetako zuhaitzak aztertu zituen bere garaian, eta, orain, Siberiako 660 laritz, Altai mendikatean gehien ikusten den arbola alegia. Horien eraztunen azterketan oinarrituta, ondorioztatu du zein tenperatura zegoen aztertutako epeko urte bakoitzean.

536

Poloetatik ateratako izotz zilindroetan harrapatuta geratutako errautsek diote erupzio bizien artean 536. urtekoa dagoela, handik lau urtera (540) beste bat izan zela eta tankerako hirugarren erupzioa 547an iritsi zela.

VI. mendeko hotzaldia sumendien erupzioek eragin zutela uste dute ikerlariak. Irudian, Mexikoko Popocatepetl sumendia.

GAUR8

Eztabaida horretan esku hartzeko argudio gehiago eskaini dizkigute orain zuhaitzek eta izotzetan harrapatutako errautsek eskaintzen dituzten mezuak irakurtzen ikasi dutenek. Zuhaitzek ez digute ezer esaten, ez guk entzuteko moduko ezer bederen, baina Ulf Buntgen Suitzako Ikerketa Institutu Federa-leko ikerlariari gauza asko adie-

razi diote, kasu batzuetan, edo aditzera eman diote, beste batzuetan. Buntgenek Austriako Alpeetako zuhaitzak aztertu zituen bere garaian, 2011n “Science” aldizkariak argitara eman zuen artikulua idatzi ahal izateko, eta, orain, berriz, Siberiako 660 laritz aztertu ditu, Altai mendikatean gehien ikusten den zuhaitza alegia. Arbolen

eraztunen azterketan oinarrituta, zientzialariak ondorioztatzen dute zein tenperatura zegoen urte bakoitzean.

Dendrokronologia zuhaitz-enborraren ebakiduran agertzen diren eraztunak irakurrita zuhaitzaren adina eta historia ezagutzea da, Zientzia.eus atariaren arabera. Eraztun horiek dituzten zuhaitzek beren bizitza eta historia idatzita daramatela esan daiteke eta, pausoz pauso, historiako liburu baten orrialdeak bezala aztertu eta irakurtzea besterik ez dago.

HIRU ERUPZIO

Altaiko kasuan (Mongolia, Txina, Kazakhstan eta Errusiak bat egiten duen puntuan dago mendikatea, Alpeetatik ia 8.000 kilometrora), klimatologoek ikusi dute 172 eta 1821 urteetako udak besteetakoak baino askoz ere hotzagoak izan zirela (gaur egun baino 4,6 gradu gutxiago). Aipatu bi urte horietan, sumendiek sekulako erupzioak izan zituzten, eta horrek esplikatu luke tenperaturak orduan behera egin izana.

Alpeetako eta Altaiko tenperaturekin egin zituzten grafikoek beste gauza harrigarri bat erakutsi dute: 536tik aurrera tenperaturak behera egiten hasi zirela, bai Austrian bai Siberian. Horrela, 540. urtean hasten den hamarkada Altaiko hotzena izan zen, eta, Alpeei dagokionez, bigarren hotzena.

Tenperaturaren bilakaera ezagutzeko zientzialariak zuhaitzen eraztunei begiratzen badiete, sumendien erupziorik bizienak noiz izan ziren jakiteko izotza aztertzen dute, zehazki poloetatik ateratako izotz zilindroetan harrapatuta geratutako sumendi errautsak. “Nature” aldizkariak esplikatu zuen iaz artikuluan batean erupzio bizien artean 536. urtekoa dagoela, eta handik lau urtera (540) beste



Hiru klima aldaketa bizi behar izan ditu gure planetak azken hamabost mendeotan,

gaur dakigunaren arabera. Gaur egun bizi duguna gizakion jarduerak eragin du eta planeta berotzen ari da. Zientzialariak oso dokumentatuta dute XIV. mendean hasi eta XIX. mendean bukatu zen Izotz Aro Txikia: arrazoi naturalek eragin zuten eta Europa hoztu egin zuen, Historiako makina bat gertaera ahalbidetuz (Frantziako Iraultza barne). Orain adituek esaten digute VI. mendean hasita hiruzpalau mendetako iraupena izan zuen hotzaldia ere bizi izan zuela Lurrak, sumendien eraginez.

Klima aldaketak sekulako eragina izan du iraganean gizakien jardueran, Historian izan ditugun makina bat giza mugimendu, gatazka, ohitura berriak eta abar eraginez. Gaur egun bizi dugunak ere sekulako kalteak eragin dizkie milioika lagunei, batez ere herrialde pobretuenean, nahiz eta oraindik maizegi entzuten diren klima aldaketa ukatzen dituzten diskurtsoak. AEBetako Alderdi Errepublikano-noko hautagai izateko kanpaina betean den Donald Trump enpresariak, esaterako, honakoa esan berri du: «Txinak asmatu du klima aldaketa, amerikar industria kaltetzeko». Alderdi bereko Ted Cruz muturreko kontserbadoreak behin eta berriz esan du zientzialariak ez dutela arrazoirik eta datuak nahita nahastu ditu, estatubatuarrek (eta beste lekuetan «negazionista» horiei kasu gehiegi egiten dietenek) ezjakintasunean murgilduta jarrai dezaten.

ZUHAITZEK ESANDAKOA

Noam Chomsky AEBetako pentsalariak “La Jornada” Mexikoko egunkariari esan berri dio Alderdi Errepublikanoak beroketa globala bizkortu egin nahi duela. «Ez naiz arazoa puzten ari; horixe da egin nahi dutena. Literalki esango dut: ez gara guztiok hilko, baina era duinean bizitzeko aukerak suntsituta geratuko lirakeke».

bat izan zela gaur egun El Salvador dagoen lekuan. Tankerako hirugarren erupzioa 547an izan zen, baina adituek ez dakite oraindik zein sumenditan.

Izotz erregistroen arabera, lehenengo bi erupzioek benetako negu bolkanikoa eragin zuten. Izan ere, sumendiak esnatu eta laba eta errautsa botatzen hasten direnean, partikula txiki ugari (sulfato aerosolak) sartzen dira atmosferara, Eguzkitik datorren argiari bidea itxiz. Horrek eragin zuen Antzinako Berantiarreko Izotz Aro Txikia (LALIA, ingelesezko siglak).

XIV. MENDEKO HOTZALDIA

Zientzialariek izen hori aukeratu zuten, lehenagotik asmatuta zegoen Izotz Aro Txikian (IAT, euskarazko siglen arabera) oinarrituta. Wikipedia entziklopediak esplikatzen duenez, «IAT izotz denboraldi bat izan zen, Erdi Aroko Beroaldia deituriko sasoi bero baten ostean gertatu zena. Ez zen benetako izotz aro bat izan, baina izen horrekin sartu zuen literatura zientifikokan François E. Matthesek, 1939an. Klimatologoak eta historialariak ez dira ados jartzen denboraldi hori noiz hasi eta noiz bukatu zen, tokian tokiko kondizioen arabera data aldakorak baitira. Batzuen ustez XVI. mendetik XIX. mendera iraun zuen; beste batzuen ustez, 1300 ingurutik 1850 ingururaino. Honako urteak dira tenperaturarik hotzenak ageri dituztenak: 1650, 1770 eta 1850. Haien artean beroaldiak gertatu ziren. Zientzialari askok uste dute IAT fenomenoaren Ipar Hemisferioan baino ez zela gertatu».

Tenperaturek behera egin izanak erabat aldatu zuen Europako eta Asiako paisaia. Eta paisaiarekin batera, gizakien bizi baldintzak. Tankerako zerbait gerta daiteke gaur egun abian den klima aldaketarekin ere. Horregatik da hain interesgarria Past Global Changes (PAGES) nazioarteko proiektuko zientzialariek esaten dutena; edo aditzera ematen dutena.

Paisaia erabat aldatu zuen hotzak, eta glaziarrek hazi egin ziren. Beraz, ereiteko moduko lur

Klima aldaketak dagoeneko
Nigeriako milaka lagun
bizitza suntsitu du,
basamortua hazi egin baita.
Txad lakua ia lehortuta
dago, eta nekazari eta
abeltzainek euren
bizimodua aldatu behar
izan dute ezinbestean.
GAUR8

6.

mendean, Justiniano (483an jaio eta 565ean hil zen) Bizantziar Inperioko enperadore zela, izurri bubonikoak sekulako sarraskiak eragin zituen Europan, jendeak gosea pasatzen zuelako. «Justinianoren izurritea» deitu zioten gaixotasunari eta hurrengo mendeetan milioika lagun hil zituen.

gutxiago zegoen, baldintza okerragoak nekazaritzan aritzeko, eta elikagai gutxiago tripa betetzeko. Eta janaria falta denean, gaixotasunak iristen dira, XXI. mendean bezalaxe VI. mendean

JUSTINIANOREN IZURRITEA

Justiniano (483an jaio eta 565ean hil zen) Bizantziar Inperioko enperadore zela, izurri bubonikoak sekulako sarraskiak eragin zituen ia Europa osoan (Euskal Herriko Pirinioetako eremu batzuk salbatu ziren, egungo mapen arabera), jendeak gosea pasatzen zuelako. “Justinianoren izurritea” deitu zioten gaixotasunari eta hurrengo mendetan milioika lagun hilko zituen. PAGES proiektuko ikerlariek aditzera ematen dute VI. mendean hasitako hozte prozesuak eragina izan zuela Bizantziar Inperioren erorketan (harri garria da VI. mendean hain aulduta geratu zen inperioak, XV. mendera bitarte eustea, baina hipotesi hori eskaini dute egileek). Gainera, izoztutako lu-

rretan bizi zirenek ihes egin behar izan zuten, eta hegoaldean bizi ziren herriei bultza egin zieten, gerra eta borrokak eraginez.

Gaur egun tankerako fenomenoak bizi dituzte Afrikako Nigerian, esaterako. Kasu honetan tenperaturak gora egin du, ez behera, eta, glaziarrek hazi beharrean, Saharako basamortua da hazi dena. Drew Poveyk Afriquesenlutte.org webgunean idatzit duenez, «klima aldaketa jada hemen dago eta Nigeriako milaka lagun bizitza suntsitzen ari da».

TXAD LAKUA

Saharak aurrera egin du, eta Txad lakuak atzera. Aipatu aintzirak uraren %95 galdu zuen 1963tik 1998ra, eta gaur egun okerrera egiten jarraitzen du. «Afrika osoko ur eremurik handiena zen garai batean Txad lakua eta horren desagertzeak inguruetako herrietan sekulako eragina izan du. Nigeriako iparraldeak bizi duen pobreziaren arrazoi nagusietako bat, baita

Boko Haram talde jihadistaren hazkundearena ere, klima aldaketa da», Poveyren arabera.

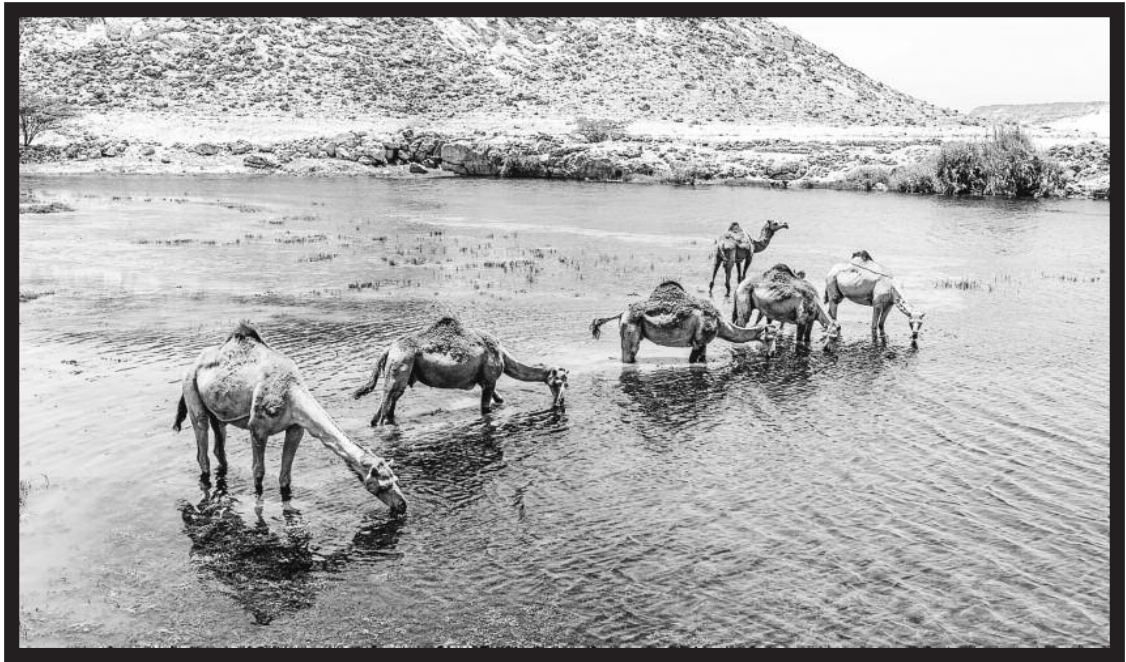
Lehortearen eraginez, nekazariak eta artzainek hezetan gehiagoko lurretara egin zuten ihes, bertan bizi direnen kalterako. Jos probintzian eta inguruetan oso borroka gogorak bizi izan dira, klima aldaketak eraginda. Herritar askok hegoaldeko hirietara joatea aukeratu dute (Kano, Abuja eta Lagos), erabateko miserian bizitzera.

Txad lakua lehortearen arrantzale askok beren ogibidea ere galdu egin dute. Orain hamarkada batzuk hegoaldeko hirietako azokatan lakuko arrainak ziren salmenta nagusia, baina, gero eta gutxiago harrapatzen hasi zirenez, prezioek gora egin zuen, eta nigeriar gehienentzat produktu garestiegia bihurtu zen. Nekazaritzaren bilakaera ez da hobe: 1993an Nigeria osoko artatxikiaren %50 baino gehiago eta basartoaren %25etik gora lakuaren eremuan ekoizten ziren, baina ekoizpenak behera



Orrialde honetan, Arabiar penintsulako gameluak (goian) eta Siberiako laritzak (behean). Hurrengo orrialdean, Islandiako Vatnajökull glaziarra.

GAUR8



%33

Energia ekoizpena ere kaltetu du klima aldaketak Nigerian. Kanji, Jebba eta Shiroroko zentral hidroelektrikoek ur gutxiago dute energia lortzeko, eta herrialdean kontsumitzen den energiaren herena kinka larrian dago.

2003

Putinek honakoa esan zuen 2003an: «Tenperatura beroagoek ahalbidetuko dute errusiarrek larruzko berokiak erosten diru gutxiago gastatu behar izatea eta gariaren ekoizpenak gora egitea. Eskerrak Jainkoari!»

egin zuen lehortearen eraginez, salneurriek gora, eta pobreak ere bai. Oraindik euria egiten duen lekuetan ere, nekazariak ez du jakiten noiz erein produktua. Hala, hegoaldeko leku askotan galera ekonomiko handiak izaten dituzte nekazariak.

NIGER IBAIAREN DELTA

Energia ekoizpena ere kaltetu du klima aldaketak. Kanji, Jebba eta Shiroroko zentral hidroelektrikoek ur gutxiago dute energia lortzeko, eta herrialdean kontsumitzen den energiaren herena kinka larrian dago.

Nigeriako kasuak klima aldaketarekin batera datozen beste fenomenoak azaltzeko ere balio du. Izan ere, iparraldeak lehorte jasaten duen bitartean, he-

goaldean euri gehiago egiten du eta uholdeak izan dira, ekaitza bortitzak, haizete ikaragarriak, lurjausiak... Baita tsunamiak ere, itsasoak 50 cm egin baititu gora, Niger ibaiaren deltako eremuko 3.400 kilometro koadro bereganatzeko. Herritar askok alde egin beharra izan du. Uste da deltak beste 15.000 kilometro karratu galduko dituela 2100 bitartean, eta bertan bizi direnen %80 (14 milioi pertsona) kaltetuko dituela.

Gaur egungo migrazioetako batzuk klima aldaketak eragin dituen moduan, adituek uste dute orain hamabost mende ere tankerako fenomenoak eragin zituela sumendiek ekarritako hotzaldiak. Ulf Buntgen ikerlariak onartzen du arrazoi klima-

tikoak efektu politikoekin lotzeko garaian arretaz ibili behar dela, kontuan hartu beharreko aldagai asko baitaude, «baina harrigarria da klima aldaketa hura leku ezberdinetako gertaera handiekin bat etortzea».

Siberiako zuhaitzek emandako informazioarekin klimatologoek, naturalistek, historialariek eta hizkuntzalariek mapak egin dituzte: ondorioztatu dute sumendiek hotza eta goseteak eragin zituztela European, eta goseak, izurriteak.

ARABIAHARRAREN GAMELUAK

Baina hegoalderago gauzak oso bestelakoak izan ziren. Arabiar penintsulan euri gehiago egiten hasi zen, eta basamortu zena berdetu egin zen. Ikerlariak adi-

tzera ematen dute gameluak elikatzekeo janari gehiago izateak eragin zuela armada arabiarrek indartzea (abere hori ezinbestekoa zuten), eta horrek ahalbidetu zuela Mahomaren ideia berriak (islama) defenditzen zituzten tropek horrenbeste lur bereganatu izana.

Asiako beste muturrean ere, ipar-ekialdean alegia, giroa nahastu zuen sumendiek eragindako klima aldaketak. Asiako erdialdeko tribuak belardirik gabe geratu zirenez, ekialderantz eta hegoalderantz mugitzen hasi ziren. Txinako agintarien aurka borrokan hasi ziren, eta, zeharka bada ere, Txinaren batasuna bera ere ahalbidetu zuten ekialdean. Hegoaldean, berriz, estepako herriek, Bizantziar Inperioaren laguntzarekin, Sasiar Inperioaren (bigarren pertsiar inperioa) erorketa eragin zuten.

Gero eta elementu gehiago daude mahaiaren gainean klima aldaketak eragingo dituen efektuen larritasunaz jabetu gaitzen. Hala ere, ohikoa da oraindik agintari batzuek oso era arinean aipatzea arazoa. Vladimir Putin Errusiako presidentek, esaterako, honakoa esan zuen 2003an: «Tenperatura beroagoek ahalbidetuko dute errusiarrek larruzko berokiak erosten diru gutxiago gastatu behar izatea eta gariaren ekoizpenak gora egitea. Eskerrak Jainkoari!».

Horrelako jarrerak, arinkeria horrek, ez dute batere laguntzen gizakiok gaia behar bezala aztertu eta neurri egokiak har ditzagun. Gainera, klima aldaketak dagoeneko eragin dituen klima iheslariak (Florent Marcellesi europarlamentariak idatzi du 2011. urtean ingurumenarekin zerikusirik zuten fenomenoek 40 milioi iheslari eragin zituztela) ezikusiairena egiteko joera indartzen da (datozen hamarkadetan 1.000 milioi klima iheslari izatera iritsiko garela aurreikusten dute ikerlari batzuek).

Egunkarietan horrenbeste leku izaten duen Siriako gerra bera ere, neurri batean, klima aldaketak eragin zuen, “The New York Times” egunkarian Thomas L. Friedmanek esplikatu duenez.

BEROKETA GLOBALAK SIBERIAKO HOTZA EKAR DEZAKE EUROPARA

Izotz Aro Txikiak sei mendeko iraupena izan zuen, egile batzuen arabera, eta milioika pertsona hil ziren hotzez. Europan makina bat glaziar sortu ziren eta ibaiek denbora asko egiten zuten izoztuta. Iparraldeko eskimalak Eskoziaraino iristen ziren beren kayak arraun-ontzi estu eta arinetan. Gero eta ikerlari gehiagok esaten du Felipe II.a errege espainolak bidalitako Itsas Armada Handi eta Txit Zorionekoa –espainiar erregeak jarritako izena, Itsas Armada Garaiezina ingelesten arabera– ekaitz ikaragarri batek suntsitu zuela, ez ingelesten tropek. Eransten dute hotzaldiak eragindako baldintzen ondorioetako bat Napoleonen tropen Errusiako porrota izan zela. Europako iparraldeko herriek ardoa baztertu eta garagardoa eta whiskia edaten hasi ziren, zerealek

hobeto eutsi baitzioten baldintza berriei mahastiek baino. Erdi Aroko Beroaldiaren ondoren iritsi zen Izotz Aro Txikia. 900. urtetik 1300. urteraino, gutxi gorabehera, aurreko mendeetan baino bost bat gradu gehiago izan zituzten (hiru eta zazpi gradu arteko beroketa aipatzen dute egileek). Feudalismoa zen nagusi eta beroaldi hark ahalbidetu zituen hirien sorrera, merkataritzaren hazkundera eta Eliza katolikoaren sendotzea, esaterako. Gauzak gero eta hobeto zeudela zirudien, gaixotasunek atzera egin zuten, eta, populazioak, gora. Baina bat-batean egoera erabat aldatuko zen. XIV. mendearen hasierarekin batera, hamar urteko epean batez besteko tenperaturak lau gradu egin zituen behera. Hozterik larriena Europako iparraldean eta

ekialdean izan zuten. Glaziarrek hazi egin ziren eta, garaiko gizakien kalterako, muturreko fenomeno meteorologikoak ugaltu egin ziren. Erdi Aroko Beroaldian hazi egin zen nekazari kopurua, baina egoera berrian tripa nola bete ez zutela geratu ziren. Izotz Aro Txikiko seigarren urterako 1,5 milioi pertsona hil zituzten goseak eta gaixotasunek. Janaria lapurtzea, edo lapurtzen saiatzea, ohikoa bihurtu zen. Bost mendez luzatuko ziren Izotz Aro Txikiaren efektuak. Zergatik hasi zen Izotz Aro Txikia? Zerk eragin zuen? Arrazoi ugari aipatu dituzte ikerlariak: Eguzkiaren erradiazioak behera egin izana, sumendiak... Baina gaiari 2016. urtetik erreparatuz gero, askoz ere interesgarriagoa izan daiteke Golkoko itsaslasterraren inguruko hipotesia, gaur egun tankerako baldintzak baititugu (poloetako izotza urtzen ari da, Erdi Aroko Beroaldiaren azken hamarkadetan bezala), eta orduan gertatu zena berriz gertatzeko aukerak

daudelako. Golkoko itsaslasterra Mexikoko golkotik Ozeano Atlantikoaren iparraldera doan itsaslaster beroa da. 100 m-ko sakonera eta 1.000 km-ko zabalera du, 1,8 m/s-ko abiadura darama eta bere emaria 80 milioi m³/s-koa da, Wikipediaren arabera. Dimentsio horiekin energia eroale garrantzitsua bilakatzen da Europarentzat: itsaslasterraren zirkulazioak Europari dagoen latituderako klima beroa ziurtatzen dio. Eta itsaslasterrak ibilbidea aldatuko balu? Nahiz eta frogatu gabeko teoria izan, zientzialari askok diote, berotze globalak poloetako izotza urtzean, ozeanoetako gatz kontzentrazioa txikitu egingo dela. Ondorioz, itsaslasterrak egun mantentzen duen oreka hautsi egin daiteke, bere ibilbidea aldatuz. Honela, Europako klima leuntzen duen korrontea moztuko litzateke. Ondorioz, ozeanoak haize hotza bidaliko luke Europako mendebaldera, ez epela, eta kontinente osoan Siberiako tenperaturak izango genituzke.

