

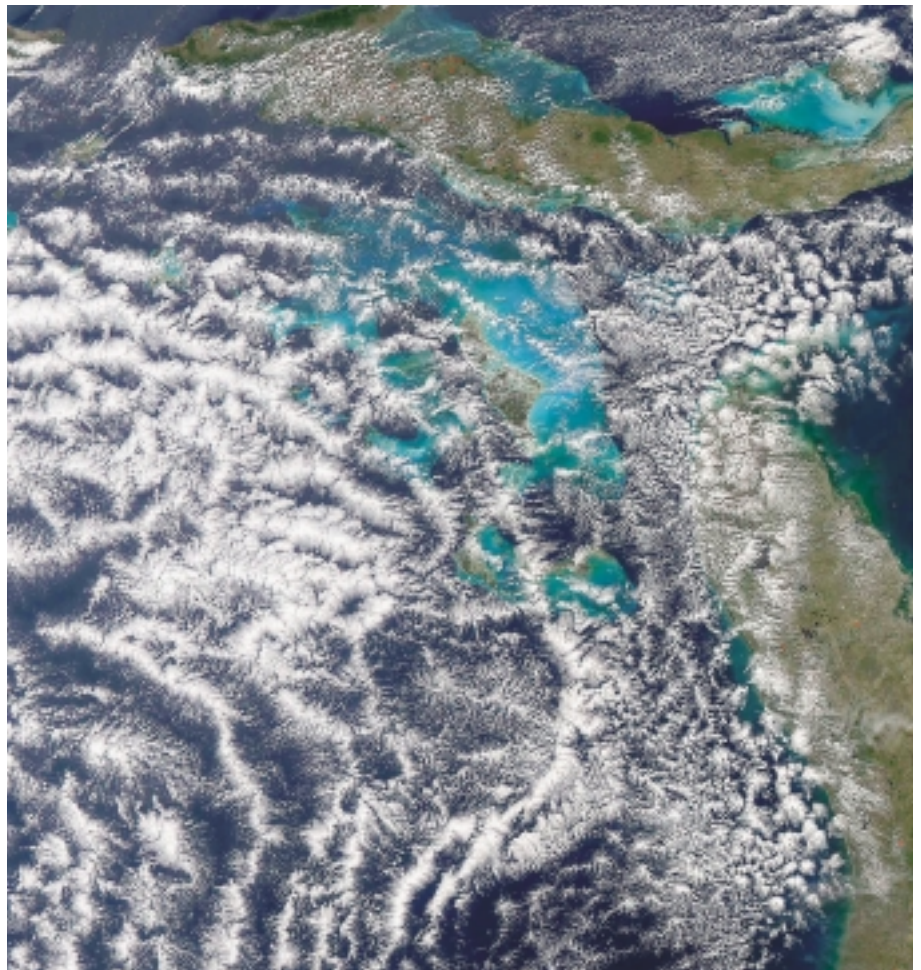
Etenik gabeko bilakaera

Ana Galarraga Aiestaran

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Hasiera-hasieran, Lur planeta ez omen zen batere toki egokia bizitzeko, inolaz ere ez. Bizia sortu da, ordea, era batera baino gehiagotara, gainera. Ingurura moldatu da, eta, bide batez, ingurua moldatu du. Hain zuzen ere, gaur egungo atmosferak ez dauka hasierakoarekin zerikusirik, eta, neurri batean, bizidunak berak dira horren erantzule. Are gehiago: zantzu guztien arabera, horietako baten eraginez aldaketa handiak eta azkarrak ari omen dira gertatzen atmosferan. Gizakia da bizidun hori.

GAUR EGUNGO ATMOSFERARI BIGARREN ATMOSFERA DEITZEN DIOTE BATZUEK. Esapide horrekin nabarmendu nahi dute orain atmosferak duen konposizioa oso desberdina dela aurretik izan den bestetik.



NASA

Eguzki-sistemaren hastapenetan, helioa eta hidrogenoa ziren gas nagusiak. Lurra eratzen ari zen, eta borborka zegoen. Bero-bero zegoen, eta azala egin eta desegin egiten zen, urtuta. Bestalde, ez zuen masa handirik, eta grabitate-indar ahulak ezin zituen gasak inguruan atxiki. Eguzki-haizeak gasak eramaten zituen, eta, haizea baretu zen arte, Lurra ez zuen aukerarik izan atmosfera batez inguratzeko.

Antzaenez, milaka milioika urtean ez zen giro izan Lur planetan. Zerutik meteoritoak erortzen ziren etengabe, eta, azalaren aurka talka egitean, bero ikaragarria askatzen zuten. Sumendiak ere ugariak ziren, eta sufredun gasak askatzen zituzten, baita beste gas batzuk eta ur-lurruna ere. Gas arinekek ihes egiten zuten, baina denborarekin, Lurraren masa handitu ahala, grabitatearen indarra ere handitu egin zen, eta lortu zuen gas astunei eustea.



Horrela sortu zen, beraz, lehen atmosfera. Ur-lurrunez eta karbono dioxidoz zegoen osatuta gehienbat, eta ez zegoen apenas oxigenorik. Elektrizitatez kargatuta zegoen, eta ekaitz beldurgarriak lehertzen ziren etengabe.

Eguzkiak gaur egun baino gutxiago berotzen zuen orduan, baina, ustez, Lurra ez zegoen izoztuta. Izan ere, atmosferak orain baino askoz ere karbono dioxido gehiago zuen, eta horrek sortzen zuen berotegi-efektuari esker ez zen izoztu planeta. Gainera, tenperatura epelak ur-lurruna kondentsatzea ekarri zuen. Hala, euria egiten hasi zen eta ozeanoak sortu ziren.

Ozeanoek atmosferaren gasen proportzioa aldarazi zuten. Karbono dioxido asko xurgatu zuten, eta beste asko lurrazalera pasatu zen, arroketara. Ondorioz, karbono dioxidoaren kontzentrazioa txikitu egin zen atmosferan, eta horrek tenperatura jaitsiarazi zuela uste dute zientzialariek.

Oxigenorik gabe

Nolanahi ere, ikertzaileek ez dakite zehatz-mehatz zein zen orduko atmosferaren konposizioa. Aspaldiko kontuak dira horiek, oso aspaldikoak, eta dauden aztarnak ahulak eta batzuetan kontrajarriak dira. Baina, zalantzarik gabe, atmosferaren konposizioak era-



Ozeanoak sortu zirenean, atmosferaren gasen kontzentrazioa aldatu egin zen. Izan ere, karbono dioxido ugari xurgatu zuten.

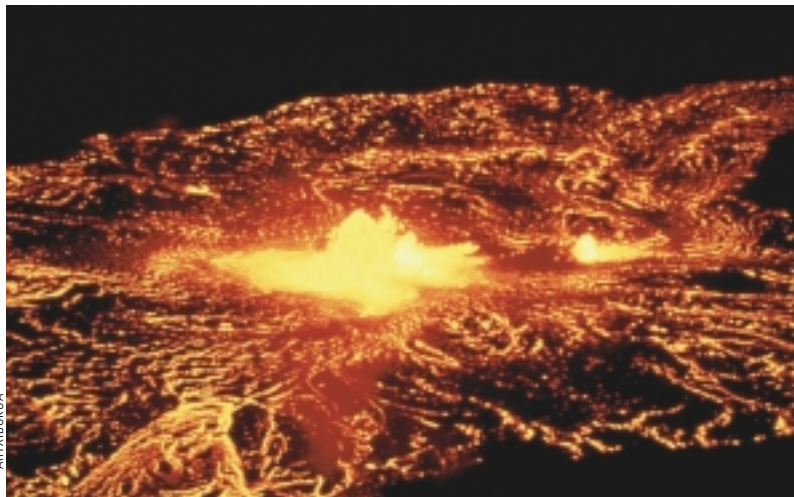
“biomolekulak sortzeko, atmosferak erreduzitzailea izan behar du”

bateko eragina du bizia nola azaldu zen argitzeko. Zientzialari gehienek ustez, konposatu inorganikoetatik abiatuta bizia agertzeko, ezinbestekoa da aurrena molekula organikoak sortzeko aukera egotea. Horretarako, atmosferak erreduzitzailea izan behar du, ez du oxigenorik izan behar.

Gaur egun ezinezkoa da hori gertatzea. Oraingo atmosferan nitrogenoa eta oxigenoa dira nagusi —% 77 nitrogeno eta % 21 oxigeno—. Hainbeste oxigeno aske dagoenez, atmosfera hau oxidatzailea da, eta horrelako giroan ezin dira gertatu biomolekulak sortzeko behar diren erreakzio kimikoak.

Orduko atmosferan, ordea, ez zegoen oxigeno askerik. Oxigenoa sortu sortzen zen, ura disoziatuta edo sumendiek askatuta adibidez, baina berehala erreakzionatzen zuen beste elementuekin. Esaterako, oxigeno ugari desgertzen zen arroketako burdinarekin erreakzionatzean.

Halako batean, baina, egoera iraultzeko lehen pausoak eman ziren. Zientzialariek ez dakite garbi nola, baina lehen bizidunak sortu ziren. Haiek, noski, ez zuten oxigenorik behar bizitzeko, bestela ez baitziren jaioko. Hala ere, bizidun haietako batzuei zor zaie atmosferan oxigenoa metatzen joan izana. Hain zuzen, fotosintesia egiten zuten organismoak agertzearekin eta hedatzearekin batera, hautsi egin zen ordura arte gasek atmosferan zuten oreka. ➔



Planetaren lehen garaietan, Lurra borborka zegoen, eta azala egin eta desegin egiten zen, urtuta.

Zianobakterioek, beste mikroorganismoekin batera, estromatolitoak eratzen dituzte. Horien bidez, gaur egunera arte iritsi dira lehen zianobakterioen arrastoak.



AUSTRALIAKO INGURUMEN DEP.

Fotosintesiak ekarri zuen iraultza

Zianobakterioak dira organismo iraultzaile haiek. Kontinenteen itsasbazterretan sortu ziren, duela 3.500-2.700 milioi urte. Ez ziren lehen bizidunak, aurreneko bakterioak milioi bat urte lehenago agertu baitziren, baina zianobakterioak berezi-bereziak ziren: klorofila eta pigmentu fotosintetikoak zituzten, eta dituzte, orain ere badaude eta era horretako bakterioak itsaso epel eta tropikaletan.

Kontua da zianobakterioek fotosintesia egiteko gaitasuna zutela. Hau da, Eguzkiaren energia baliatuta eta karbono dioxidotik eta uretatik abiatuta, gluzidoak eta oxigenoa ekoizten zituzten. Hasiera batean, oxigeno hura ez zen atmosferara askatzen, ekoiztako karbono organikoa oxidatzen erabiltzen baitzuten. Baina materia organikoaren zati txiki bat, hiltzean, ozeano

hondora joaten zen, eta han ez zuen oxigenorik erabiltzen. Beraz, oxigeno apur bat gelditzen zen aske. Poliki-poliki ozeanoa oxigenoz ase zen, eta gero oxigenoa atmosferara pasatzen hasi zen. Hori bai, gutxi irauten zuen airean, arroken burdina oxidatzen galtzen baitzen.

“zianobakterioei esker, pixkanaka oxigeno-kontzentrazioa handituz joan zen, % 21era arte”

Alabaina, duela 2.500-2.300 milioi bat urte, egoera aldatu egin zen. Izan ere, oxigenoa hilgarria zen beste bakterioentzat, baina zianobakterioek gustuko zuten; hortaz, erraz hedatu ziren. Haiei

esker, pixkanaka oxigeno-kontzentrazioa handituz joan zen atmosferan, eta azkenean gaur egungoaren parekoa izatera iritsi zen: % 21, hain juxtu.

Egoera hartan, oxigenodun atmosferara moldatzeko gai ziren bakterioak sortu ziren. Nolabait esateko, amasketa aerobioa asmatu zuten. Bakterioek oxigenoa hartzen zuten, eta horrekin molekula oxidatzen zituzten. Erreakzioan askatutako energia baliatzen zuten beren beharrak asetzeko, eta hondarrak karbono dioxidoa eta ura ziren.

Bakterio aerobioen sorrera eboluzioaren maisulana izan zen. Batetik, gainerakoentzat hilgarria zen gas bat neutralizatzen zen. Bestetik, erreakzio anaerobioetan baino energia gehiago lortzen zen. Azkenik, hondakina (karbono dioxidoa) fotosintesia egiteko aprobetxatzeko modua zegoen. Jokaldi paregabea!

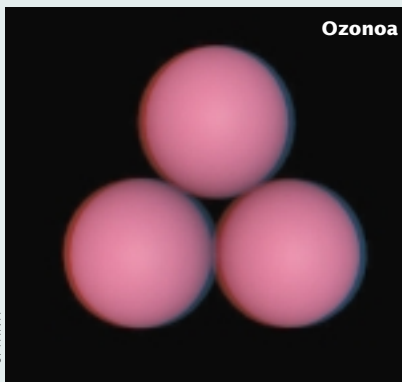
Orekari eusten

Teoria nagusi horren arabera, hortaz, aspaldi lortu zuen atmosferak gaur egun duen oxigeno-kontzentrazioa. Zientzialari guztiek, ordea, ez dute uste zianobakterioak azaltzarekin bat gertatu zenik. Goizegi iruditzen zaie; haien iritziz, duela 600 milioi urte izan zen. Eta badute hori uste izateko arrazoi

Biziaren estalkia

Atmosferan oxigenoa metatzeak beste ondorio bat ere ekarri zuen: ozono-geruza sortu zen atmosferaren goialdean. Oxigeno-molekula arruntak bi atomo ditu, eta, eguzki-erradiazioaren laguntzaz, oxigeno-atomo aske batekin erreakzionatuta, hiru oxigeno-atomoz osatutako molekula sortzen da. Hori da ozonoa.

Erradiazio ultramore arrisksuenari lurrazalera iristea galarazten dio ozonoak. Ozonorik gabe, erradiazio ultramoreak ez zuen oztoporik Lurrera iristeko, eta bizidunak ur azpian edo itsas hondoan ezkutatzera behartuta zeuden. Bestela, erradiazioak hil egingo zituzkeen. Ozonoa sortu zenetik, baina, organismoek azalera ateratzeko eta lehorrean hedatzeko aukera izan zuten.



Bestalde, berotegi-efektua sortzen zuten gasak desagertzen joan ziren. Karbono dioxidoa, adibidez, asko gutxitu zen zianobakterioak eta itsas planktona ugaritu ahala. Izan ere, karbono materia organikoaren parte bihurtzen joan zen, eta itsas hondoan ere gelditu zen, hondoratuta. Hori dela eta, karbono dioxidoaren kontzentrazioa gutxitu egin zen.

Metano-kontzentrazioa ere asko gutxitu zen atmosferan oxigenoa areagotzearen ondorioz. Gaur egun metanoak hamar bat urte irauten du atmosferan, oxidatu egiten baita. Baina lehen ez zegoen oxigenorik airean; beraz, luza-roago irauten zuen. Oxigeno-kontzentrazioa handitzean, ordea, egoera aldatu egin zen.



bat: orduan azaldu ziren lehen izaki zelulari konplexuak. Aurrekoek baino oxigeno gehiago behar zuten bizitzeko; horregatik ez dute uste hainbeste oxigeno zegoenik atmosferan ordura arte.

Orduan edo lehenago izan, oxigenoaren kontzentrazioa % 21ekoa izatera iritsi zen, eta geroztik ez da erabateko aldaketarik gertatu atmosferaren konposizioan. Anton Uriarte klimatologoak *Lurreko klimaren historia* liburuan azaltzen duenez, oreka hausten duen prozesu bat agertu orduko, bere tokira ekarri duen beste bat gertatu delako izan da hori.

Esate baterako, fotosintesia areagotzeagatik atmosferako oxigeno-maila igotzen bada, litekeena da arroak lehen baino gehiago oxidatzea; hala, oxigenoa lehengo mailara itzultzen da. Beste aukera bat da mikroorganismo

heterotrofoak ugaltzea. Mikroorganismo horiek hildako materia organikoa jaten eta oxidatzen dute; ondorioz,

“zientzialari batzuek ez dute uste duela 600 milioi urte baino lehenago iritsi zenik oxigeno-kontzentrazioa % 21ekoa izatera”

horrek ere oxigenoa gutxitzea eragingo luke. Bestetik, oxigeno ugari duen atmosfera batean, erraz pizten da sua eta suteak izugarri hedatzen dira. Orduan ere, konbustioak oxigenoa kontsumitzen duenez, oxigenoa lehengo kontzentrazioa itzuliko litzateke. ➔



ARTXIBOKOA

Litekeena da sumendiek isuritako gasek atmosferaren konposizioa aldatzea planetaren historiako uneren batean.



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

55. zenbakia laster kalean!

EUSKARAREN ERABILERAREN ETA NORMALIZAZIOAREN AZTERKETA ADMINISTRAZIOAN >



Euskararen erabileraren eta normalizazioaren inguruko lana Diputazioan

Herri Arduralaritzaren Euskal Erakundea (IVAP)

Justizia arloa

- EAEko Justizia Administrazioako esperientzia
- Bizkaiko Abokatuen Bazkuna

Osasun arloa

- Elkarrizketa: Osasungoa Euskalduntzeko Erakundea

...

GUREAN:

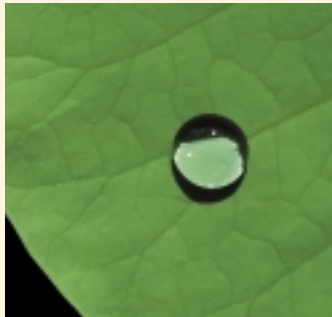
Euskara guztiona... baina nola?

Nazioartean eragina euskararen normalizazioa prozesuan: mahaingurua

Merkataritza euskalduntzeko plangintzak: Txorierriren kasua

Oxigenoaren zikloa

Oxigeno-fluxu handienak fotosintesiari eta arnasketa/deskonposizioari dagozkie. Lurrazaleko arrokak higatzean, atmosferak oxigenoa irabazten du, baina antzeko kantitatea galtzen du hondoratzen den materia organikoaren bidez. Hori gertatzen da, adibidez, ozeanoen hondora joaten diren itsas landareekin eta animalien hezurrekin. Halaber, erregai fosilak erre-



tzeak atmosferan oxigenoa galtzea dakar. Azkenik, oxigeno-kantitate txiki bat irabazten du atmosferak fotolisiaren eraginez. Prozesu horretan, eguzki-izpiek ur-lurrunaren molekulak hausten dituzte, eta, oxigenoa atmosferan gelditzen den arren, hidrogenoa espazioan galtzen da.

Kontrako prozesuak gertatuko lirateke, berriz, oxigeno-kontzentrazioa handitu beharrean txikituko balitz. Neurri batean behintzat, badira mekanismoak atmosferako gas-kontzentrazioen oreka gordetzeko.

Gora eta behera

Hala eta guztiz ere, orduetik izan dira gorabeherak atmosferaren konposizioan, eta ez nolanhikoak. Adibidez, glaziazioen sorreran eta bukaeran eragile askok hartu zuten parte. Horien artean, beharbada, atmosfera aldatzea ez zen beti erabakigarria izango, baina gutxi edo gehiago horrek ere lagundu zuen egoera aldatzen une batean.



Litekeena da meteorito ikaragarri baten talkak atmosferaren konposizioa aldatzea.

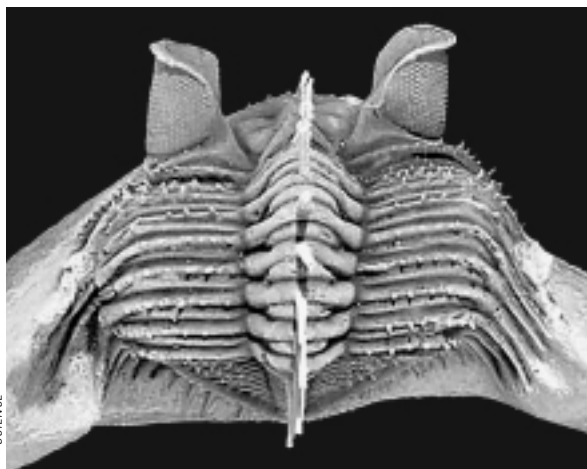
NASA

“Permiar garaiaren bukaeran eta Triasikoaren hasieran itsas espezieen % 90 eta lurrazaleko ornodunen % 70 galdu ziren”

Zerk aldarazi zuen, baina, atmosferaren konposizioa glaziazioetan? Ez dago erantzun bakarra, aukera asko baitaude hori azaltzeko: sumendiek edo plaka tektonikoen mugimenduek gas ugari askatzea airera, bizidun fotosintetikoak izugarri areagotzea eta horiek karbono dioxidoa gutxitzea, meteorito ikaragarri batek Lurra jotzea... Planetaren historian zehar gertatu izan dira horrelakoak, eta, beste eragile batzuekin batera, glaziazioen sorreran edo bukaeran eragin zezaketen neurri batean.

Izotzaldi beldurgarrietatik kanpo ere izan dira gorabeherak. Adibidez, oxigeno-kontzentrazioa txikitzeak badirudi sekulako eragina izan zuela inoiz izan den suntsitze handiengan. Hain zuzen, Permiar garaiaren bukaeran eta Triasikoaren hasieran itsas espezieen % 90 eta lurrazaleko ornodunen % 70 galdu ziren. Hainbat teoria daude hori zergatik gertatu zen azaltzeko: meteorito erraldoi batek Lurra jo zuela, sumendi masiboak erupzioan sartu zirela... Orain, duela gutxi *Science* zientzia-aldizkarian, oxigeno-galerak zer eragin izan zuen azaldu dute ikertzaile batzuek.

Nonbait, duela 400 milioi urte oxigeno-kontzentrazioa handitu egin zen; hala, duela 300 milioi urte % 30ekoa izatera iritsi zen. Gero, berriz, izugarri txikitu zen, eta duela 240 milioi urte % 12koa besterik ez zen.



Permiar-Triasikoko suntsipenean espezie ugari galdu ziren, adibidez, goiko argazkiko trilobitea. Ondoko ammonite tankerakoak, berriz, aurrera egin zuen.



SCIENCE



Horrek esan nahi du orain 5.300 metroko garaieran dagoen adina oxigeno zegoela orduan itsas mailan. Oxigeno-gabeziak, noski, eragin handia izan zuen bizidunetan. Izan ere, oxigenoaz baliatzen diren espezieek gutxieneko bat behar dute bizitzeko; adibidez, giza espeziea ez da 5.100 metrotik gora bizi Andeetan.

Permiar garaia erdian, oxigeno-kontzentrazioa % 30ekoa zenean, badirudi animaliek erraz hartzen zutela arnasa edozein altueratan. Baina oxigeno-maila jaitsi ahala, lehen 6.000 metrora bizitzeko gai ziren animaliak eta landareak 300 metrora jaitsi zirela uste dute ikertzaileek.

Espezie batzuk ez zuten egokitze aukerarik izan eta desagertu egin ziren. Beste batzuk, nahiz eta egokitze gai izan, bakartuta gelditu ziren urritutako habitatetan, eta horrek ere galbidera eraman zituen. Artikulugileen iritziz, beraz, oxigeno-mailak eragin zuzena izan zuen Lurraren historiako hondamendi handiengan.

Erantzunik gabeko galdera

Dena dela, zientzialariak ez dira iragan bakarrik arduratzen, noski. Orain gertatzen ari diren aldaketak ere gertutik aztertzen ari dira, batez ere, susmatzen dutelako etorkizunean eragina izan dezaketela. Izan ere, azken mendean karbono dioxido ugari isurtzen ari gara airera; ondorioz, gasaren kontzentrazioa handitu egin da troposferan, lurrazaletik gertuen dagoen atmosferaren geruzan, alegia.



Industria-iraultzaz geroztik, karbono dioxidoaren kontzentrazioa handitzen ari da atmosferan.

ARTIBOKOA

“baliteke oxigeno-kontzentrazioak eragin zuzena izatea Lurraren historiako hondamendi handiengan”

Aldi berean, XX. mendean lurrazaleko temperatura 0,6 °C igo da gutxi gorabehera, klima-aldaketa aztertzen duen IPCC nazioarteko taldearen arabera.

Are gehiago, Ipar hemisferioko zeharkako datuak aztertuta, badirudi XX. mendeko tenperatura-igoera hori azken milurteko nabarmenena izan dela.

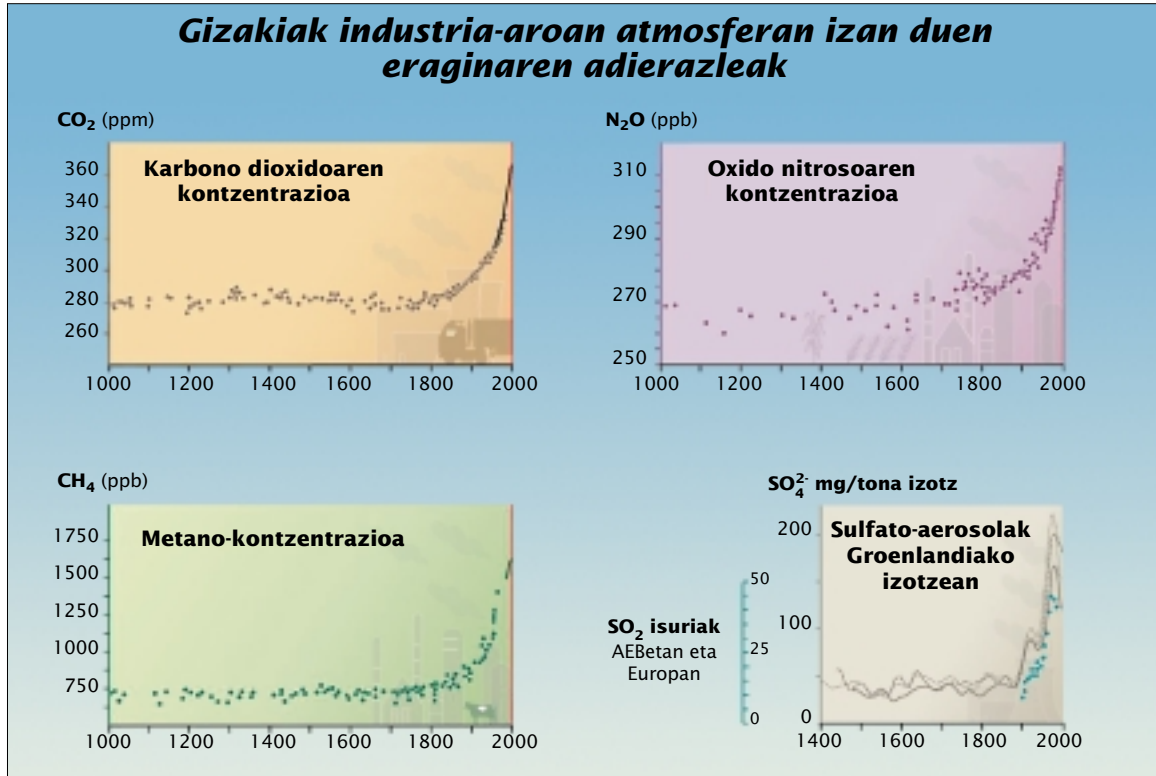
Temperaturak alde batera utzita, badaude Lurra berotu dela adierazten duten beste arrasto batzuk ere. Adibidez, mendiko glaziarrek atzera egin dute oro har, eta 1960ko hamarkadatik hona elur-geruza % 10 txikitu dela kalkulatu dute. Halaber, ozeanoak berotu egin dira 1950etik, eta itsas maila 0,1-0,2 metro igo da XX. mendean. ➡



Agenda 21 Bergaran. Ingurumena denon ardura

Bergarako Udala





Zergatik gertatu dira aldaketa horiek guztiak? Eragile naturalen ondorio dira, edo gizakiaren jarduerak badu zerikusirik? Izango ote du horrek eraginik etorkizunean? Horiek dira galdera nagusiak, eta ez du ematen erantzun garbirik dagoenik; behintzat, ikertzaileen artean ez dago erabateko adostasunik.

Batzuek uste dute azken urteotako aldaketak ziklo naturalaren barnean daudela, edo ez dagoela nahiko datu

“badirudi erlazio zuzena dagoela berotegi-efektua areagotzen duten gasen kontzentrazioa handitzearen eta temperatura-igoeraren artean”

ondorioak ateratzeko. Hortaz, ez zaie iruditzen kezkatzeko arrazoirik dagoenik. Alabaina, IPCCko goi-mailako adituen iritziz, badirudi erlazio zuzena dagoela berotegi-efektua areagotzen duten gasen kontzentrazioa handitzearen eta temperatura-igoeraren artean. Gas horiek, besteak beste, karbono dioxidoa, metanoa eta oxido nitrosoa dira, eta gehienbat gizakiaren jardueraren ondorioz ari dira metatzen atmosferan. Itxura guztien arabera, horien eraginez ari da aldatzen klima.



ARTXIBOKOA

Oro har, mendiko glaziarrek atzera egin dute eta % 10 txikitu da elur-geruza 1960tik hona.

Zer ekarriko du horrek etorkizunean? Batek daki, baina, EHUn klima-ereduekin lanean ari den Jon Saenz fisikariaren esanean, “malda nolakoa den eta bukaeran zer dagoen jakin gabe, nik ez nuke botako elur-bola bat elurtutako maldan behera”. Harentzat, IPCCek emandako datuak, ondorioak eta aurreikuspenak erabat fidagarriak dira; horregatik, “onena zuhurtziaz jokatzea da, eta, beraz, ezinbestekoa iruditzen zait berotze globala ez areagotzeko neurriak hartzea”. ☑