



Tinto ibaia beste mundu bat

Egoitz Etxebeste Aduriz
Elhuyar Zientzia



ARG.: Egoitz Etxebeste

Tinto ibaiak eta haren inguruak beste mundu bat dirudite. Ezohikoak dira hango koloreak eta paisaiak, berezia du geologia, eta muturrekoak kondizioak. Marteren antzeko mundutzat daukate NASAk eta ESAk, eta Marterako diseinatutako tresnak probatzen dituzte han; besteak beste, bizia detektatzekoak. Izan ere, bizidunek betetako mundu bat da Tinto, bizidunek egindako mundu bat.

Huelvako lur idorretan behera, milaka urtetan meatzaritzak eraldatutako eremuak zeharkatuz, bare jaisten dira Tinto ibaiaren ur gorriak. Gorriaren ondoan, metaketa hori eta berdatsak ageri dira ibai-bazterrean, harrien bueltan eta abarretan. "Oso leku berezia da", dio Ricardo Amils Mikrobiologian katedradunak. "Burdinaren eraginez kolore gorri hori duen ia 100 kilometroko ibai bat ez da ohikoa. Luzera horretako bakarra da munduan".

Hiru hamarkada daramatzate Amilsek eta kideek ingurune hau ikertzen. Askorako eman dute urte horiek, baina Amilsek nabarmentzen duenez, "garrantzitsuena prozesu natural bat dela frogatzea izan da". Oso azidoak dira Tintoren urak, eta metal astunez beteak. Denbora askoan pentsatu izan da meatzaritzaren eraginez poluitutako urak zirela.

1980ko hamarkadaren erdialdean Andaluziako Juntak ibaia leheneratzeko plan bat martxan jartzeko asmoa ere bazuen. "Zorionez, plana gelditzea lortu genuen", dio Amilsek. Ordurako konturatuta zeuden ibaiaren ezaugarriak berezkoak izan zitezkeela; adibidez, ibaiko biodibertsitatea ez zetorren bat poluitutako urek izan ohi dutenarekin. UNESCOra idatzi zuten, eta erakundeak nazioarteko zientzialaritalde bat osatu zuen, egoera ebaluatzeko. Naturala zela ondorioztatu zuten, eta, beraz, leheneratzeplanak ez zuela zentzurik.

Plana gelditu zuten, baina eztabaidak urte askoan jarraitu du. Amilsek eta kideek frogak pilatzen jarraitu dute, eta dagoeneko frogatutzat dute Tinto ibaian gertatzen dena prozesu natural bat dela. Areago, frogatu dute bizidunen eraginez dela Tinto ibaia den bezalakoa.



Bioerreaktore bat lurpean

"Lurpeko bioerreaktore erraldoi batetik sortzen da ibaia" azaltzen du Amilsek. "Bioerreaktore horretan substratu minerala, mikroorganismoak eta ura elkartzen dira. Mikroorganismoek sulfuro metalikoe-tatik energia lortzen dute, eta erreazio metaboliko horietan sortzen dira ibaian aurkitzen ditugun burdin ioiak (kolore gorria ematen dutenak) eta azido sulfurikoa".

Bioerreaktore horren hipotesia aspalditik zuten Amilsek eta kideek, eta azken urteetan egindako zulaketa batzuen bidez frogatu dute lurpean prozesu hori martxan jartzen duten bizidunak daudela. Seihun metroko sakoneraraino zulatu dute, eta ateratako laginetatik ondorioztatu dute prozesuak gutxienez zortzi milioi urte daramatzala martxan.

Espero bezala, baldintza anaerobikoetan sulfuro metalikoak oxidatzeko gai diren mikroorganismoak aurkitu dituzte. "Organismo aerobioek egindako



Tinto ibaiaren inguruko lurrak gutxienez 5.000 urtez ustiatu dira burdina, urrea, zilarra, kobrea eta abar erauziz.
ARG.: Francisco de Casa González/123RF.

sulfuro metalikoen oxidazioa oso ikertuta dago, baina, lurpean, harkaitzaren barruan ez dago oxigenorik, eta frogatu behar genuen bazeudela oxigenorik gabe sulfuro metalikoak oxidatzeko gai diren mikroorganismoak”.

“Lurpeko bioerreaktore erraldoi batetik sortzen da ibaia”

Frogatu dute, eta gehiago ere aurkitu dute. “Emaitzak harrigarriak izan dira. Espero genituen mikroorganismo horiez gain, askoz gehiago aurkitu ditugu; oinarritzko ziklo biogeokimikoetan parte hartzen duten mikroorganismoak dira”.

Han ez dago argirik, eta beraz, fotosintesirik ere ez. Bizidunek harkaitzetik ateratzen dute energia

zuzenean. “Biosfera iluna deitzen diogu. Batez ere bakterioak dira, eta seguruenik arkeoren bat. Bali-teke onddoren bat egotea, baina, oraingoz, emaitzek ez dute argi uzten hori”, azaltzen du Amilsek.

Mundu ilun horretatik jaiotzen da ibaia. “Tinto ibaia-
ren berezitasuna da haren muturreko kondizioak jarduera biologikoak eraginak direla” dio Amilsek. Eta muturreko kondizio horiek ez dira edozein bizidunentzat modukoak. Tinto ibaian ez dago arrainik, anfibiorik, intsekturik. Izaki azidofiloen erreinua da. Algak, onddoak eta bakterioak dira nagusi. Errotifero arraro bat da ur horietako animalia bakarra.

Ikertzaileak hasieratik harritu zituen Tintoko uretan aurkitu zuten eukariotoen aniztasunak, batez ere algenak. Muturreko kondizio horietan ez zuten hainbeste algarik espero, batez ere metal astunen kontzentrazio handiagatik, toxikoak baitira. “Gaur egun, oraindik ez dugu azalpenik algen hainbesteko



Ricardo Amils, Mikrobiologian katedraduna. Severo Ochoa Biologia Molekularreko Zentroko (UAM-CSIC) eta Astrobiologia Zentroko (INTA-CSIC) ikertzailea. ARG.: Carol Stoker/NASA.

dibertsitatea uletzeko. Izan ere, algak eukariotoak dira, bakterioak baino askoz konplexuagoak. Baina, kontua da hor daudela. Baditugu ideia batzuk hori azaltzeko, baina frogatzea oso zaila izango da”.

Tintotik Martera

Dauzkan muturreko kondizioengatik eta ezaugarri geologikoengatik, Marteren antzeko leku gisa izendatuta dago Tinto ibaia. “Lurrean dagoen Marteren analogo geokimiko eta mineralogiko onenatzat du komunitate zientifikoak” dio Amilsek. “Marten aurkitu den geokimika eta mineralogiaren zati garrantzitsu bat Tinto arroan ere badago”.

Adibide esanguratsuena jarosita minerala da. Marten *Opportunity* ibilgailuak aurkitu zuen. “Tinto ibaian jarosita asko dago, eta han jarduera biologi-

koaren eraginez sortua da. Horrek ez du esan nahi Marteko jarositak ere jatorri biologikoa duenik, baina aukera hori irekitzen du. Bi sistemek, Tinto ibaiak eta Martek, gauza asko dituzte antzekoak, eta, beraz, batean gertatzen dena, kasu honetan Tinton, bestera estrapolagarria da”.

Marteren analogo on bat izanik, hara bidaltzeko asmoz diseinatzen diren tresnak probatzeko ere baliatzen dute ikertzaileek. Bereziki bizia detektatzeko tresnak, baina baita bestelakoak ere. “Marten bizia detektatzeko tresna bat diseinatzen baduzu, baina ez bada gai Tinton detektatzeko, hobe da tresna hori Lurretik ez ateratzea”, dio Amilsek. “Hori da analogoen balioa. Ez dira errealitatearen berdin-berdinak, baina propietate asko dituzte berdinak edo antzekoak, eta balio dute tresnak probatzeko”.

Eta lurpeko mundu ilun bizi hori aurkitzeak are gehiago estutu du Tintok Marterekin duen lotura. Amilsek argi du: “Ni sinetsita nago Marten badela bizia. Jakina, Tintokoaren berdina izango dela pentsatzeak ez du zentzurik, baina Tinton dagoen biziak aukera izango luke Marten garatzeko. Ziur nago. Noski, metodo zientifikoak frogak behar ditu; ez du ezertarako balio nik diodanak, baina arrazoizkoa da pentsatzea Marten bizia egon bada, edo baldin badago, antzeko propietateak izan ditzakeela. Adibidez, gaur egun, Marten, lurpean bakarrik egon daiteke bizia”.

Beraz, Marten bizia aurkitzekotan, derrigorrezkoa litzateke zulatzea. “Hori da lurpean adituek eskatzen duguna. Ondo dago Marten bueltaka ibiliko diren autoak bidaltzea, baina horrela ez dugu bizirik



“Inork ez zuen sinesten harkaitz baten barruan bizia egon zitekeenik”

aurkituko. Biziaren seinaleak lurpean egongo dira, eta misioak diseinatzen dituztenek badakite hori; zulatzea ez da ahuntzaren gauerdiko eztula, baina”.

NASAREN Mars 2020 eta ESAREN ExoMars 2020 misioen helburuen artean badago lurpean begiratzea, baina lehenak metro bat baino gutxiago zulatuko du, eta bigarrenak bi metro. “Hori ez da ezer; bizia aurkitu nahi badugu, askoz sakonago iritsi beharko dugu. Tinton 600 metrora iritsi gara. Gorago ere dago bizia, jakina, baina biziak ura behar du, eta zantzua handiak ditut Marten bi metroko sakoneran ur likidoa egongo den. Nahiago nuke oker egongo banintz, baina nik uste dut berariaz zulatzeraz joango den misio bat beharko litzatekeela. Gaur egun, misioen arduradun politikoek ez dute horren alde egiten, arrisku handia duelako. Tinto ibaiko espe-rientziatik dakigu ongi zulatzea oso zaila dela. Gainera, lekua aukeratu behar da, eta justu hor zerbait aurkitzeko probabilitatea txikia da”.

Mundu honetan

Edonola ere, Marte alde batera utzita, badute oraindik zer ikertua Tinto ibaian. Adibidez, Tinto ibaiaren beste muturra ikertzen hasi dira orain: padurak. “Aspalditik nuen gogoia han ikertzeko. Izan ere, han pH-a (azidotasuna) egunean bi aldiz aldatzen da” azaltzen du Amilsek. Marea igotzean, itsasoko ura Tinto ibaiko urekin nahasten da. “Nik uste dut paduretako kondizioak are muturrekoagoak izan daitezkeela. Ibaian gora, kondizioak konstanteak dira: pH-a ez da aldatzen, eta metalen kontzentrazioak ere ez. Interesgarria da jakitea zer gertatzen den etengabeko gorabeherak dauden ingurune horretan. Muturreko kondizio batzuetara egokitua da goen izaki batek ez du etorkizunik. Ikusten ari gara oso gutxi direla gai hor bultzeko”.

Biomineralezazioaren arloan ere ari dira lanean. “Badakigu Tinto ibaiko mikroorganismoen mineralak sortzen dituztela, jarosita adibidez. Bada, inte-



Tinto ibaiaren inguruan Marterako disinatutako tresnak probatzen. ARG.: Moonwalk/Consortium/Liquifer.

Tinto ibaian espero zitekeen baino askoz alga gehiago aurkitu dituzte.
ARG.: Severo Ochoa Biologia Molekularreko Zentroa (UAM-CSIC).

res handia dago mikroorganismoek mineral horiek nola sortzen dituzten ikertzeko. Kontuan izan behar da geologoek gaur egun onartzen dutela ezagutzen ditugun mineralen bi heren jarduera biologikoaren eraginez sortzen direla”, dio Amilsek.

Beste arlo interesgarri bat geobotanikarena da. Tinto ibaiaren inguruan bizi diren landareetan arreta jarrita dute, haiek ere muturreko kondizioetan bizitzeko gai direlako. “Kondizio horietara nola egokitzen diren jakitea oso interesgarria da. Adibidez, nola kudeatzen dituzten burdin eta azido sulfuriko kontzentrazio handiak”. Ikusi dute batzuek lortzen dutela metalak ez barneratzea. Beste batzuk, berriz, gai dira errizometan metatzeko. “Interesgarria da adibidez, fitoerremediaziarako, alegia, metalekin poluitutako lurrak leheneratzeko metodologiak garatzeko”.

Zulaketetatik ateratako materiala ongi ikertzen ere badute lana. “Urte asko beharko ditugu ateratako guztia aztertzeko, baina jarraituko dugu galdera asko daudelako oraindik erantzuteko”. Amilsentzat, une honetan garrantzitsuena lurpeko ekosistema hori ulertzea da. “Gezurra dirudien arren, lurpeko bizia Darwinek iragarri zuen duela 150 urte, baina orain oso gutxi arte, ez gara hasi hori ikertzen, inork ez zuelako sinesten harkaitz baten barruan bizia egon zitekeenik. Orain, badakigu baietz. Badakigu biosfera ilun hori hor dagoela. Baina zer garrantzia du? Zer neurri du? Zer eragin izan du Lurreko biziaren eboluzioan? Batzuek pentsatzen dugu agian bizia planeten barnealdean sortu zela. Baina, tira, oinarriko kontu horiek ez dira berehalakoan ebazten. Kontua da datuak lortzen joatea, ikusteko zein den bidea, gero beste batzuek izan dezaten aukera beste behaketa batzuk egiteko”. ●

