ARG.: irabel8/Shutterstock.com

Itsasoari begira

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Ozeanokoak dira planetako ekosistemarik ezezagunenetakoak. Han daude gizateriaren hurrengo erronka zientifikorik handienak, Nazio Batuen arabera. Indar eta ahalmen ikaragarriko gunea da, baina egoera kritikoan dago. Gizartea itsasora begira jarri eta erronka horiei heltzeko deia egin du UNESCOk. Itsas Zientzien Hamarkada izendatu du 2021-2030ekoa, itsasoari begira jar gaitezen. Hamarkadako erronka nagusiez hitz egin dugu itsasoko lau aditurekin.

Itsasoari zor dizkiogu gure planetako prezipitazioak, ur edangarria, klima epela, elikaduraren parte handi bat, baita arnasten dugun oxigenoaren zati oso handi bat ere. Funtsezko baliabidea da, Lurrean bizia egon dadin. Baina osasun-egoera gero eta larriagoa du, eta Nazio Batuek berek jarri zuten 2030erako helburu gisa ozeanoaren kudeaketa zuhurra eta jasangarria egitea. "Gure zibilizazioa denborarik gabe geratzen ari da ozeanoen osasunaren erabateko gainbehera saihesteko", dio UNESCOk argitaratutako Itsas Zientzien Txosten Orokorrak. Uraren azidifikazioa, plastifikazioa, beroketa, eutrofizazioa eta kutsadura dira, gaurko egunez, itsasoak dituen arazo larrienetako batzuk. Haren kudeaketa jasangarriak, beraz, gure kontraesan eta muga askoren aurrean jartzen gaitu.

Ibon Cancio Uriarte
Biologoa
PiEko-EHUko ikertzailea

Ganix Esnaola Aldanondo
Fisikaria
PiEko-EHUko ikertzailea

"Ahalmen farmazeutiko handiko tokia da itsasoa. Nora begira dago industria bioteknologikoa?"

"Ikerketari dagokionean, itsasoari bizkarra emanda bizi den gizartea gara euskaldunok"

Nazio Batuek esana da ozeanoa ondo ezagutzea dela gizateriak une honetan duen erronka zientifiko handienetako bat. "Ez ahaztu bizia itsasoan sortu zela", dio Ibon Cancio Uriarte PiE Plentziako Itsas Estazioko biologoak. "4.000 milioi urte eman ditu biziak itsasoan eboluzionatzen, lehorrean ez bezala, eta ikaragarria da hango biodibertsitatea". Dibertsitate hori ikusezina da guretzat, baina milioika espezie daude identifikatu gabe.

"Dibertsitate ikaragarri horretan, etengabeko lehian daude organismoak: elkarri aurka egiteko konposatuak ekoizten dituzte, esaterako, eta horietako askok interes handia dute ikuspuntu medikotik. Itsasoko mikroorganismoez, adibidez, ez dakigu apenas ezer, baina biodibertsitate handi horrek ahalmen farmazeutiko handiko tokia bihurtu du itsasoa. Nora begira dago industria bioteknologikoa? Itsasoari begira jarri behar du behingoz, etorkizuneko antibiotikoak, probiotikoak eta antioxidatzaileak bilatzeko, besteak beste".

Ahalmen energetiko handiko lekua ere bada ozeanoa. Golkoko itsaslasterrak, esaterako, ur epela mugitzen du Mexikoko Golkotik Ipar Atlantikora. 100 m-ko sakonera eta 1.000 km-ko zabalera du: 80 milioi m^3/s-ko emaria. Alegia, Amazonas ibaiaren fluxua baino 300 aldiz indartsuagoa. Beste forma asko ere baditu ahalmen energetiko horrek: olatuen indarra, mareak, gradiente termikoak, gazitasun-gradienteak, haizea... "Ozeanoko energiak Europar Batasunak kontsumitzen duen energiaren % 10 ekoitz lezake, eta % 0,4 besterik ez gara sortzen ari orain; haren ahalmenaren oso zati txikia. Bitartean, erregai fosilez eta energia nuklearraz hornitzen jarraitzen dugu", dio Jesús María Blanco Ilzarbe EHUko ingeniariak eta itsasoko energiaren ikertzaileak.

Baliabide mineral garrantzitsuak ere eskaintzen ditu. Arazoa da itsas hondoaren % 5 bakarrik dagoela mapatuta. "Portugal, adibidez: munduko lurralderik handienetakoa da. Lur gutxi du, baina itsas hondoa izugarri handia, Portugal kontinentaletik Azoreetara eta handik Madeiraraino. Hango itsas-hondoa ezagutuko balute, baliabide ikaragarriak lortu ahal izango lituzkete", dio Canciok.

Ozeanoko baliabideen oparotasun hori da, ordea, kasu askotan neurririk gabe ustiatu eta modu ezjasangarrian kudeatzera eraman gaituena. Ozeanoaren funtzionamendua eta hango bizia ondo ezagutzea da kudeaketa jasangarria egiteko gakoetako bat. 2021-2030eko hamarkada Itsasoaren Hamarkada izendatuta, itsas zientzien garapena bultzatu nahi ditu UNESCOk.

"Itsasoaren ondoan bizi gara euskaldunok, baina, ikerketari dagokionean, itsasoari bizkarra emanda bizi gara", dio Ganix Esnaola Aldanondo fisikariak, etsipenez. Ozeanografia fisikoko ikertzailea da EHUn. "Arrantza kenduta, eta itsasotik erauz dai-

Eider Andonegi Odriozola
Ozeanografoa
AZTIko ikertzailea

Jesús María Blanco Ilzarte
Ingeniaria
EHUko ikertzailea

"Arrantzaren kudeaketa-eredua aberastu behar dugu, ekosistemaren ikuspegia barneratuz"

"Energia-egiturek ozeanoko floran eta faunan duten eragina murriztu behar dugu"

tezkeen baliabide energetikoez harago, ez gara askorik egon itsasoari begira. Beste herrialde batzuekin alderatuta, askoz ere ikertzaile-komunitate txikiagoa dugu itsasoan lanean, 1:100 ratioan, kasu askotan".

"Egia esan, Ilargia hobeto ezagutzen dugu itsasoa baino", dio Ibon Canciok. AEBri erreparatu besterik ez dago: ur azpian dute beren jabetzako lurraldearen % 50, baina 1.600 aldiz gehiago inbertitzen dute espazioa esploratzen ozeanoa esploratzen baino.

Zientzian, distira egiten duen oro ez da urre

"Gezurra badirudi ere, itsasoa ikertzeko arazo handienetako bat datuena da", —dio Eider Andonegi Odriozola AZTIko ozeanografoak—. "Gatazka handi bat dago. Batez ere Europako hegoaldeko herrialdeetan ohikoa da datuak partekatu nahi ez izatea.

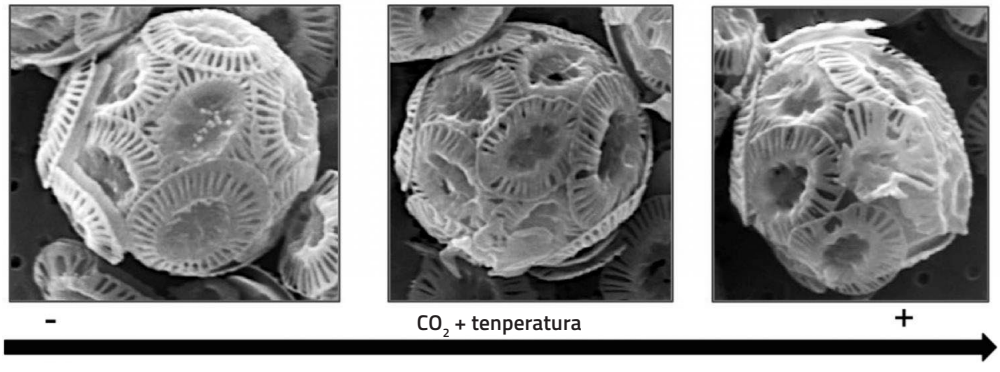
Itsasoko biodibertsitateak bizidun eta fenomeno harrigarriak ezkutatzen ditu. *Costasiella kuroshimae* nudibrankioa, esaterako, fotosintesia egiteko gai da, jaten dituen algen kloroplastoak bere eginda. Kleptoplastia deitzen zaio fenomeno horri.
ARG.: Scuba Ponnie/Shutterstock.com.

Planetako bigarren birika kolokan?

Basoak eta ozeanoak dira planetaren bi birikak. Ozeanoetako fitoplanktonak sortzen du atmosferako oxigenoaren % 50 baino gehiago, eta gizakiok atmosferara igortzen dugun CO_2-aren % 30 xurgatzen du. Ozeanoetako fotosintesiak klima-aldaketa leuntzen du horrela, baina atmosfera zaintzeko lan horretan, azidifikazioa datorkio bueltan: CO_2 hori guztia uretan disolbatzean, itsasoaren pH-ak behera egiten du.

Industria Iraultzatik hona % 26 handitu da itsas zabaleko uraren azidifikazioa, eta askoz ere gehiago handitzea espero da. Ozeanoaren kimika aldatzen ari da, eta itsas bizitzak pairatu duen aldaketa bortitzena izan daiteke. Azidotasunak kaltzio karbonatoz egindako egiturak disolbatzen dituenez, itsasoko bizidunen egitura karedunak desegiten ditu. Ez bakarrik moluskuenak, krustazeoenak eta koralenak; itsasoan animalia askoren larba-egoeran dira behar-beharrezkoak egitura karedunak, hain zuzen ere beren bizitzako egoera zaurgarrienean.

Are gehiago, plankton-espezie askok ere badute egitura kareduna. Eta ozeanorik azidoenetan, dagoeneko, hasi dira ikusten ondorioak: ondo osatu gabeko fitoplanktona azaldu da, kaltzifikazio eskasekoa. Hortaz, planktona —itsasoko elika-katearen oinarria eta planetaren birika den hori— kolokan jar dezake azidifikazioak? Planeta mailako krisia izan liteke, hala gertatuz gero.



Dagoeneko hasi dira azidifikazioaren ondorioak pairatzen ozeanoko bizidunak: ondo osatu gabeko fintoplanktona azaldu da ur azidoenetan. Eskuineko kokolitoforoak kaltzifikazio eskasa azaltzen du ur arrunteko alearen aldean (ezkerrean). ARG.: UAB.

Tabu moduko bat dago. Guretzat, ekosistemen dinamikak ikertzeko, arazo larri bat da hori, ezinezkoa baita institutu bakoitzak datu horiek guztiak ikertzea".

"Nik ez dakit zer den, datuen banaketaren kulturafalta edo zer den", dio Esnaolak. Itsasoaren gainazala aztertzeko, beharrezkoak ditu sateliteetako datuak. "Aurreiritziengatik, normalean AEBko agentziekin esperoko nuke arazoak izatea, baina askoz ere errazago eskuratzen ditut NASAko datuak Espainiako Meteorologia Agentziarenak baino".

> *"Itsasoaren parte handi bat guztiona da, baina haren ustiaketa nazio gutxi batzuen eskuetan dago"*

UNESCOk adierazi du funtsezkoa dela ozeanoaren informazio-sistema partekatu eta ireki bat sortzea. Are gehiago, ikerketa-baliabideak partekatu eta kolaborazio-sareak indartzeko eskaera publikoa egin du. Haren iritziz, ezinbestekoa izango da munduko zientzia ozeanikoaren arkitektura aldatzea, hamarkada honetarako jarri dituzten helburuak lortzeko.

Izan ere, herrialde guztiek ez dituzte ikerketarako baliabide berak. "Itsasoaren parte handi bat guztiona da —dio Canciok—, baina haren ikerketa eta ustiaketa nazio gutxi batzuen eskuetan dago, horretarako baliabideak dituztenen eskuetan bakar-bakarrik". Eskualdeen interesak ere desberdinak dira: Asian joera handia dute itsas teknologia eta ingeniaritzarako; Europan, ozeano eta klimaren arteko harremana ulertu nahi izateko; Afrikan, giza elikadura eta osasuna asetzeko.

Zientzia guztiak inplikatzeko deia

Sistema sozioekologiko konplexua da itsasoa, eta benetako kudeaketa jasangarria lortzeak ikuspegi integrala izatea eskatzen du. Hartara, zientzia-alor guztiei egin die deia UNESCOk, itsasora begira jar daitezen: fisikariak, soziologoak, biologoak, ingeniariak, ekonomialariak, medikuak...

"Denok elkarrekin lan egiten ikasi behar dugu —dio Andonegik—. Ez bakarrik zientzialariek, itsasoko beste eragileek ere: arrantzaleak, surflariak, administrazioa, herri-erakundeak... Begira zein den gure errealitatea: administrazioarekin elkartzen garenean, eragile bakoitzak bere helburua duenez eta gatazkak sortzen direnez, ez gara mahai berean esertzen. Ez dugu elkarrekin eztabaidatzen. Horrek ezin du horrela jarraitu".

"Are gehiago, esango nuke gizarte osoa inplikatu behar dela. Gizarte hezia behar dugu", dio Canciok. Esnaolak ere bat egiten du: "Itsasoko baliabideen ustiaketa basatia ez da amaituko gizarteak gogor eskatzen ez duen arte. Aldaketak aldarrikatuz, edo ustiaketa-modu jakin batetik datozen produktuak ez kontsumituz... Kasuistika zabala da, baina beharrezkoa".

Ikerketa-erronka nagusiak

Hamarkadari begira, ikerketa-esparru bakoitzak dituen erronka nagusiez hausnartu dute Canciok, Andonegik, Esnaolak eta Blancok.

Itsas ekosistemen behaketan erronka handia ikusten du Canciok: "Tresna genomikoak txertatu behar ditugu itsas ikerketan. Behatoki genomikoak sortu behar ditugu: horrek erakutsiko digu nola aldatzen ari diren ekosistema itsastarrak, zenbateraino galtzen ari garen bioaniztasuna, eta itsasoko baliabide bioteknologikoen ikerketa eta ustiaketa jasangarria indartuko du, mikroorganismoena batez ere".

Andonegik arrantza-sektoreari ikuspegi kritiko batetik begiratu dio: "Arrantzaren kudeaketa-eredua hobetu behar dugu. Arrainen stock-ak nola dauden aztertu eta arrantza-kuotak ezartzen direnean, epe laburreko ondorioak baino ez dira begiratzen: zenbat harrapatu daitekeen, datorren urtean bio-

masa manten dadin. Gainera, espezie bakar bati begira egiten da kudeaketa. Ez da aztertzen espezie horren harrapaketak handitzeak zer eragin duen espezie horrekin erlazionatutako beste espezie guztietan. Esaterako, antxoaren harrapaketak handitzeak predatzaileetan ere nola eragingo duen jakin behar da. Predatzaileen gantz-edukia asko murriztu eta beren nutrizio-ahalmena murritz dezakete". Argi du Andonegik: "Ekosistema-mailako kudeaketa egin behar da, erlazio trofiko osoak kontuan hartuko dituena. Gainera, klima-aldaketak ere erronka handiak jarri dizkigu mahai-gainean. Espezie-mugimenduek arrantza aldatuko dute".

Esnaolak ozeanografia fisikoari erreparatu dio. Satelite-irudiez baliatuta, ozeanoaren gainazalean zer gertatzen den ikertzen du. "Zientzialariek ez dakigu azaletik behera zer gertatzen den. Hamarkada honetan, gakoa izango da ozeanoaren egitura bertikal guztia ondo ulertzea". Oinarri sendoa jarriko luke etorkizunerako, ondo ulertzea zirkulazio termohalinoa, korronteen eta mantenugaien zirkulazioa, eta, oro har, ozeanoaren dinamika baldintzatzen duten prozesu guztiak.

Olatu eta mareen energiaren teknologia hastapenetan dago oraindik. "Gehiago garatzeko, ondo ezagutu behar dugu olatu eta mareen barne-funtzionamendua, eta eredu atmosferiko sendo bat behar dugu. Izan ere, olatuak haizearen eraginez sortzen dira, eta hark bideratzen ditu norabide batean edo bestean. Horren ezagutza fluidodinamikoa da teknologia-mota honek hamarkada honetarako duen erronka handienetakoa", uste du Blancok.

Bestalde, itsasoaren baliabide energetiko garatuena haizearen indarra da. "Gaur egun itsasoan jartzen diren aerosorgailu handiek ez dute zerikusirik duela bost urte eskas jartzen zirenekin. Tamainan asko handitu dira: 100 metroko luzera duten palak dira jada. Gainera, batzuk itsas hondoan finkatuak daude, baina besteak flotagarriak dira. Egitura flotagarriek asko handitu dute itsas parkeak garatzeko aukera", azaldu du Blancok.

Lehen kostatik oso gertu jartzen ziren aerosorgailuak, haietan lortutako energia kontsumo-punturaino ekarri behar delako. "Arazo hori gainditzen doa jada, akoplamendu elektrikoaren eskema berriekin, urpeko kableekin, bai eta plataforma horiek garraiatzeko gai diren itsasontziekin ere. Orain, erronketako bat da hobeto ezagutzea itsasoak zer ezaugarri dituen kostaldetik urruti, eta itsas zabaleko haizearen eredu matematiko onak egitea, aerosorgailuak kokatzeko tokirik onenak identifikatzeko".

> *"Itsasoko baliabideen ustiaketa basatia ez da amaituko gizarteak gogor eskatzen ez duen arte"*

Esnaolak garrantzia eman dio datozen hamarkadetan kliman eta ozeanoan gertatuko diren aldaketak ulertu eta aurreikusteko gai izateari: "Ez dugu instalatuko olatuetatik energia eskuratzeko egitura bat, ingurumenean kalte egingo duena, baldin eta ziur ez bagaude datozen 50-100 urteetan aprobetxagarria izango dela. Hau da, ez duela balioko bakarrik 20 urterako, eta gerora etorriko diren aldaketengatik, ez duela errentagarritasunik izango", dio Esnaolak.

"Halako egiturak ezartzen ditugunean, lan handia egin behar dugu oraindik ozeanoko floran eta faunan duten eragina minimizatzeko —hausnartu du Blancok—. Esaterako, animaliek migratu ahal izan dezaten, halako makina handiek eragozpenik eragin gabe. Egitura erraldoiak jartzen ari gara, eta turbinek sortzen duten soinuak espezie asko desorientatzen ditu. Norvegia eta Danimarkako unibertsitateetan aztertzen ari dira jada nola interakzionatzen duen marrazoen, baleen edo foken sonarrak halako

Haizearen energia da itsas energiaren teknologia guztien artean gehien garatu dena. Olatu eta mareen energiaren teknologia garatzeak ikerketa gehiago egitea eskatzen du; itsasoaren barne-funtzionamendua hobeto ezagutu eta eredu atmosferiko sendoagoa izatea, besteak beste. ARG.: Shaun Wilkinson/Shutterstock.com.

egiturekin, ikusteko nola jaso dezaketen seinale bat esanez "hemen egitura bat dago, eta ez da arriskutsua". Horretarako, ordea, jakin behar dugu nola ulertzen duten animaliek sonarraren bidez. Beharrezkoa da. Bestela, egitura erraldoiak sartuko ditugu itsasoan, haiek zer eragin izango duten jakin ere egin gabe".

Itsasoko animalien biomimetika imitatzeko erronka ere badute ikertzaileek. "Marrazoen kasuan, ez da ulertzen nondik ateratzen den eraso edo ihes egin behar dutenean sortzen zaien indar ikaragarria. Giharrei begira bakarrik ez dago azaltzerik. Hidrodinamika ulertu behar dugu: azaleko mikroespikulen mugimenduak bakarrik azaldu lezake hori. AZTI eta PiE-EHUrekin lanean aritu gara, marrazoen espikulak imitatzeko. Itsaso barruan sartzen ditugun egitura erraldoi horien mugimendua eta hidrodinamika errazteko balioko du".

Protokoloen esperoan

Ikerketaz harago, ikertzaileen eta kudeatzaileen arteko harremana sakondu eta koordinazio-mekanismoak hobetzeko beharra ere ikusi du UNESCOk. Bestetik, hamarkada honetan egiten den lanak isla izan beharko luke legedian. "Espero izatekoa da hamarkada honetan hainbat protokolo adosten joango direla Nazio Batuak", dio Canciok. Aurrekoa bioaniztasunaren hamarkada izan da, eta hainbat protokolo sinatu dira. Kartagenako protokoloa onartu zen —genetikoki eraldatutako organismoen ingurukoa— eta Nagoyako protokoloa —adierazten duena norbaitek beste herrialde bateko baliabide genetikoak hartu eta onura ekonomikoa lortzen badu, onura ekonomiko horren parte bat jatorrizko lurraldeari itzuli behar zaiola—.

"Espero dut horrelako egitasmoak sortzen hasiko direla itsasoaren hamarkadan ere. Adibidez, Nagoyako protokoloak hutsune handi bat du jurisdiziorik gabeko itsasguneetan, itsasoaren bi herenek ez baitu inolako jaberik. Nor arduratuko da hango bioaniztasuna zaintzeaz? Hango onura guztiak lurralde aberatsak ari dira eskuratzen, horretarako baliabideak dituztenak. Nagoya 2.0 behar dugu". ●