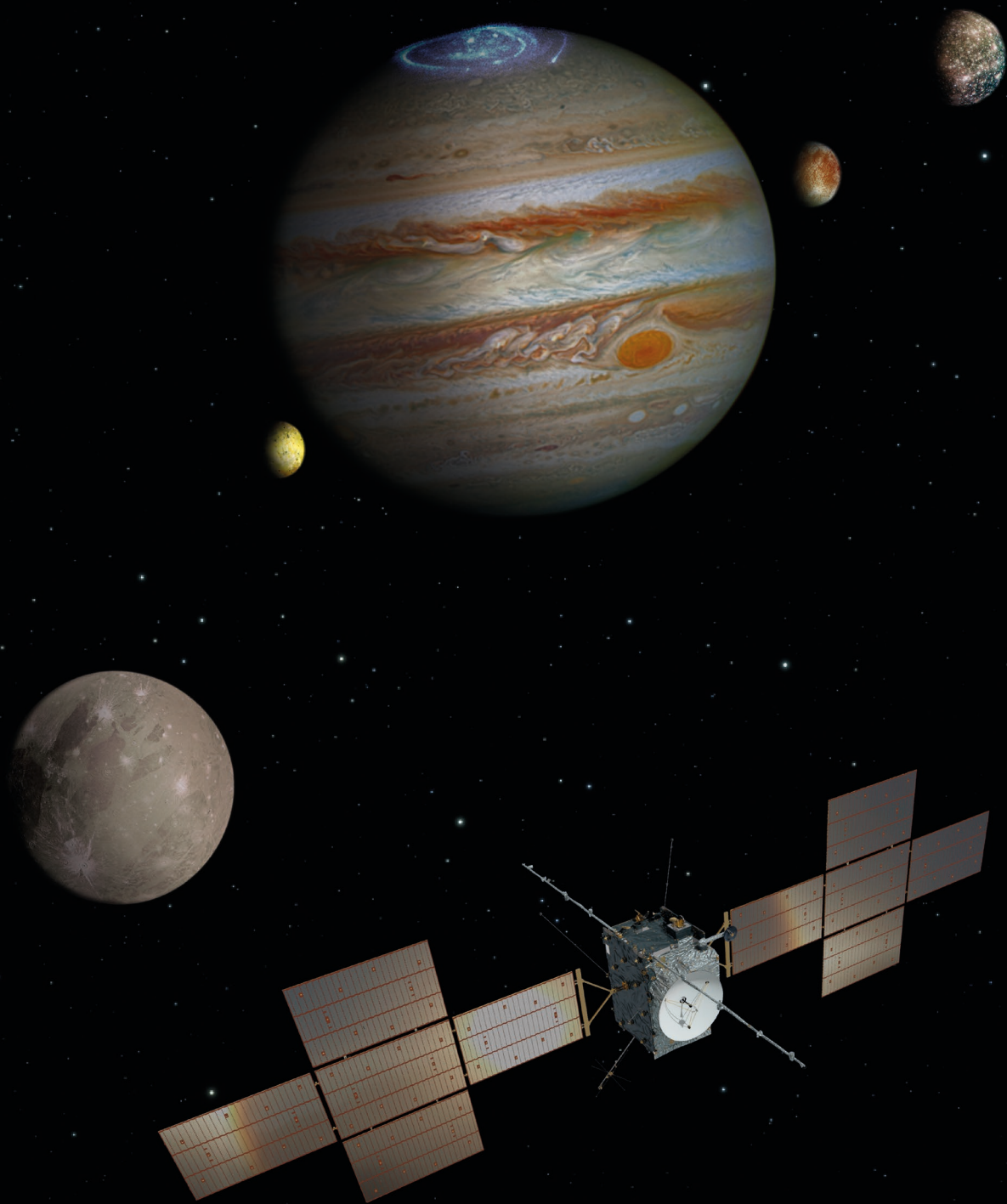




Juice misioaren irudikapen honetan, ontzia agertzen da lehen planoan, eta bigarrenean, Jupiter planeta eta bere lau ilargi: Ganimeses, Io, Kalisto eta Europa.

ARG.: ESA/ATG medialab; Jupiter: NASA/ESA/J. Nichols (Leicesterreko Unibertsitatea); Ganimeses: NASA/JPL; Io: NASA/JPL/University of Arizona; Kalisto eta Europa: NASA/JPL/DLR.

Ilargi izoztuak bizi estralurtarraren bilaketaren jomuga

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Ilargirako misioek beti pizten dute jendearen jakin-mina. Horren erakusgarri da Chandrayaan-3 Indiako misioak sortutako ikusmina. Lurraren satelitea, hala ere, ez da eguzki-sistemako ilargirik interesgarriena; ez, behintzat, aintzat hartzen bada beste zenbait ilargik bizia ahalbidetzen duten ezaugarriak dituztela. Ilargi izoztuak dira, eta haien sekretuak ezagutu nahian dabilta Arrate Antuñano Martín, Agustín Sánchez Lavega eta Ricardo Hueso Alonso EHuko Zientzia Planetarioen Taldeko ikertzaileak.

Arrate Antuñano Martínek Saturno eta Jupiter iker-tzen ditu, eta haien orbitan daude, hain zuzen, ilargi izoztuak. Antuñanok ez du zalantzarik: “Gure Ilargia interesgarria da, nola ez, gure planeta orbitatzen baitu, baina, bestalde, badakigu gaur egun ez dituela betetzen bizitza egoteko zenbait baldintza. Aldiz, badirudi ilargi izoztuek betetzen dituztela bizitza ahalbidetzen duten gutxieneko baldintzak. Horregatik dira hain interesgarriak guretzat”.

Jupiterren bi ilargi eta Saturnoren bat nabarmendu ditu: Europa eta Ganimedes, eta Entzelado, hurrenez hurren. “Ilargi horiek Lurrean ezagutzen dugun bizi-mota hartzeko kondizioak dituzte: ur likidoa, bero-iturri bat eta, noski, elementu jakin batzuk, hala nola karbonoa eta oxigenoa”.

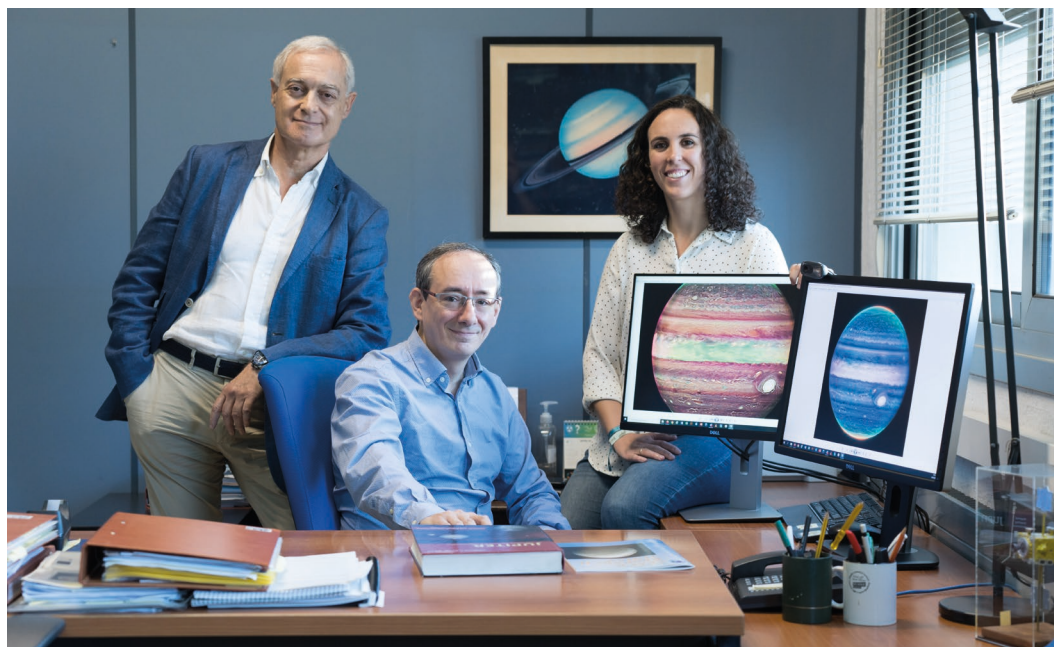
Ilargi izoztuak deitzen zaie, izotz-geruza batez estalita daudelako. “Orain arte ikusi dugunaren arabera, uste dugu Europak, Ganimedesek eta En-

tzeladok —eta, agian, baita Kalistok ere— ur likidozko ozeanoak dituztela azaleko geruzaren azpian. Gainera, ur hori gazia delakoan gaude; arrazoi bat gehiago, beraz, Lurreko kondizioekin parekatzeko”, zehaztu du Antuñanok.

“Ilargi horiek bizia hartzeko kondizioak dituzte: ur likidoa, bero-iturri bat eta elementu jakin batzuk, hala nola karbonoa eta oxigenoa”

Ozeano likido eta gaziak

Voyager misioek jada erakutsi zuten Jupiterreko ilargiek ez zutela Lurrekoaren antzik. Hain zuzen, 1979an, Jupiterren ondotik igarotzean, astronomoek Europa behatzeko aukera izan zuten. Haren



Ezkerretik eskuinera: Agustín Sánchez Lavega, Ricardo Hueso eta Arrate Antuñano Martín. ARG.: EHU.

azalean, mendiak eta asteroideen edo kometen talkek sortutako kraterrak ikustea espero zuten; aldiz, erabat leuna zen. Hortik ondorioztatu zuten ezen, fenomenoren baten ondorioz, azala berritu egiten zela, eta horregatik ez zeukala talken arrastorik. "Pentsatu zuten azpian geruza likido bat egongo zela, gaineko geruzarekin elkarreraginean egongo zena, eta horri esker berrituko zela azala", azaldu du.

Gerora, Galileo eta Juno misioek, Jupiterren kasuan, eta Cassinik, Saturnorenean, ilargiei buruzko datu esanguratsuak lortu zituzten: "Adibidez, Entzeladon geyserrak behatu zituzten, eta Cassinik geyser haietako batetik igarotzeko zoria izan zuen. Horri esker, eta zundak zeramatzan tresnen bidez, jakin zen ilargiak igortzen zituen zorrotada horietan ur gazizko izotza zegoela, beste elementu batzuen artean".

Europan eta Ganimedesen, berriz, baieztatu zuten eremu magnetikoak zituztela: "Jupiterren eremu magnetikoak elkarreragina dauka ilargiekin, eta distortsioak sortzen ditu. Adibidez, Ganimedesen,

distortsio horien nolakotasunak aztertuta, ondorioztatu zuten material eroale bat egon behar zuela izotzaren azpian. Azkenean, misioz misio, eta datuz datu, pixkanaka berretsi dugu izotzaren pean ozeano likidoak eta gaziak daudela".

*"Europaren azalean,
mendiak eta kraterrak
ikustea espero zuten;
aldiz, erabat leuna zen"*

Ilargien antzekotasunak ez ezik, desberdintasunak ere aipatu ditu Antuñanok: "Europaren izotzgeruzak 10-15 km-ko lodiera du, eta Ganimedesenak, berriz, 150 km-koa. Noski, ez da gauza bera azaletik distantzia batera egon ala bestera. Bestalde, Ganimes Europa baino askoz ere handiagoa da; izatez, eguzki-sistemako ilargirik handiena da, eta Merkurio bera baino handiagoa da. Horrez gain, uste dugu Ganimesek ez duela ur-geruza bakar bat azaleko izotz-geruzaren azpian, baizik eta

“JWSTk Europa behatu du, eta, karbono dioxidoaren kartografian eta ezaugarri espektraletan oinarrituta, ondorioztatu dute karbonoaren jatorria azpiko ozeanoa dela”

izotz-geruza bat baino gehiago dituela eta haien tartean ozeanoak daudela”.

Saturnoren ilargiak ere, Entzeladok, baditu berezitasunak. Besteekin alderatuta, oso txikia da. “Cassini iritsi zen arte, ez zen uste intereseko ezer zuenik, baina hark Europako eta Ganimeseko geyserren antzekoak behatu zituen, eta, ordutik, arreta handia eman diogu”

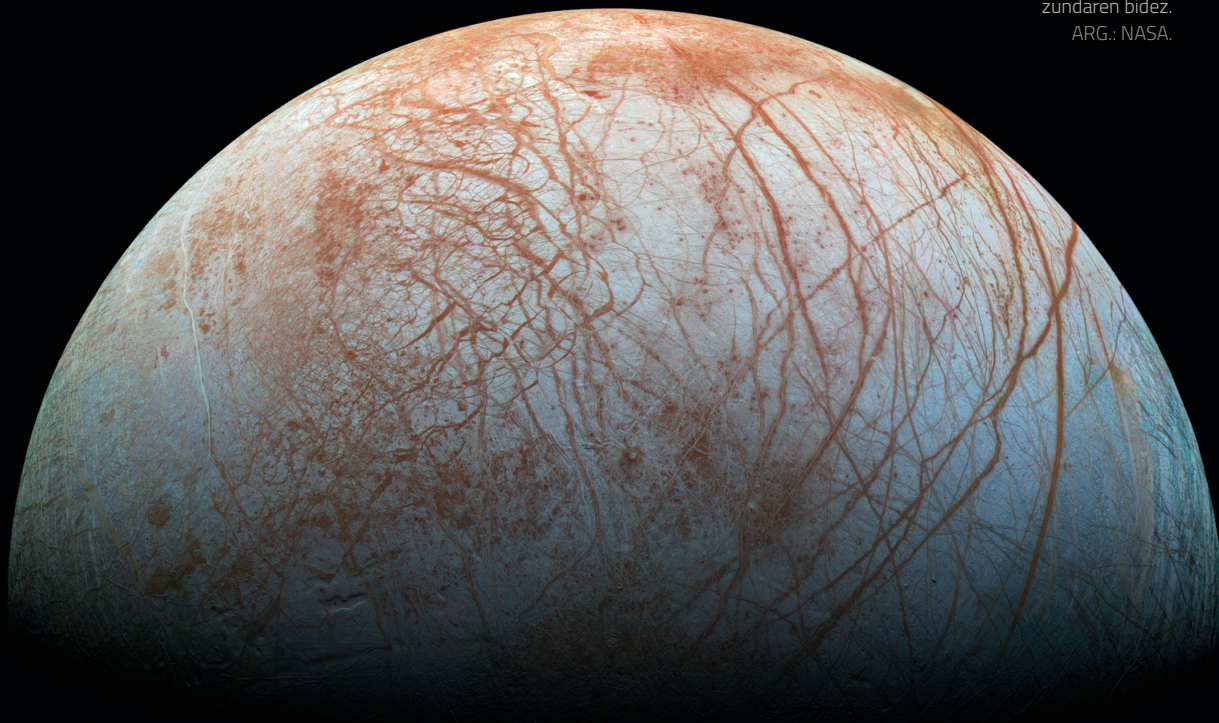
Biziaren aukera

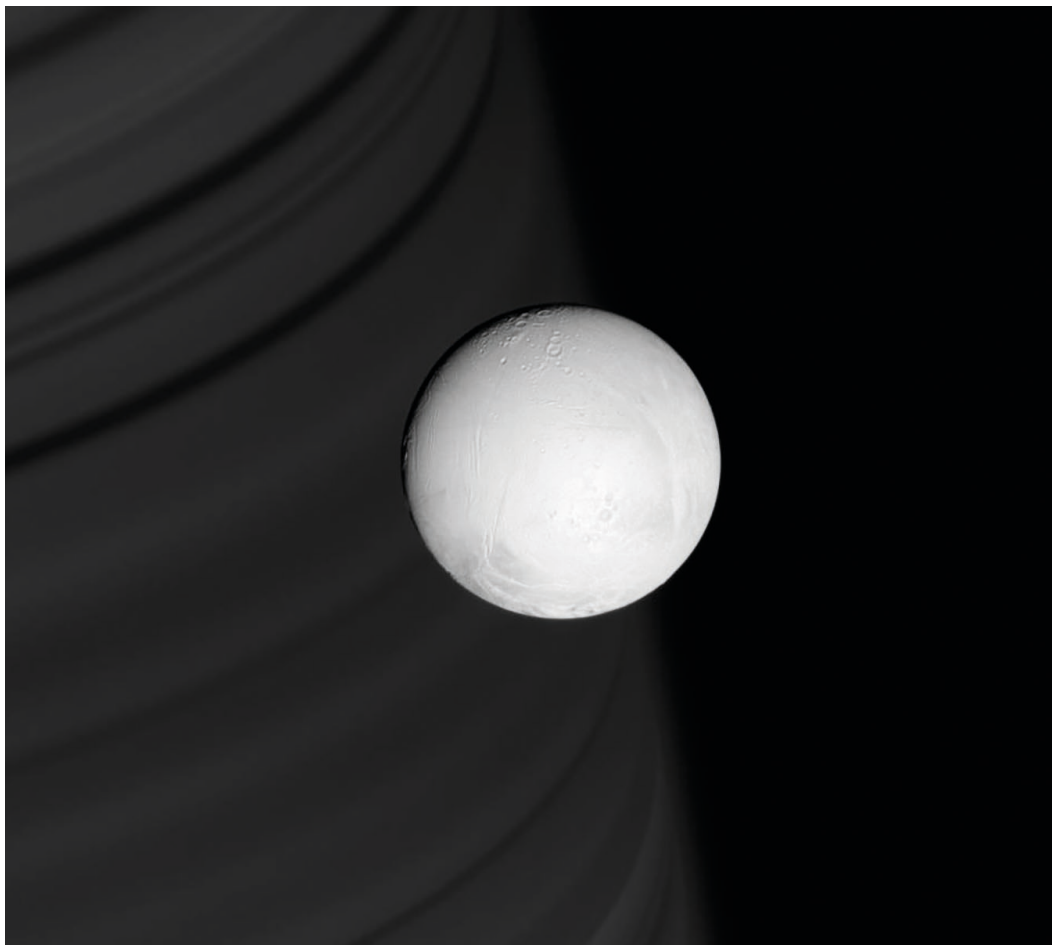
Aurreko misio horiek ez zeuden diseinatuta berriaz ilargi izoztuak aztertzeko. James Webb

espazio-teleskopioak (JWST), ordea, badauzka programatuta behaketa-orduak haientzat, eta dagoeneko hasi da informazioa ematen. Adibidez, Europa behatu du, eta, karbono dioxidoaren kartografian eta ezaugarri espektraletan oinarrituta, ondorioztatu dute karbonoaren jatorria azpiko ozeanoa dela.

Hori zergatik da esanguratsua? Antuñanok erantzun du: “Karbono dioxidoa, batez ere, leku jakin batean ikusi dute. Berez, karbono dioxidoak ez luke luze iraungo azalean; deskonposatu egingo litzateke. Eta lehendik ere jakina zen leku horretan material-trukea dagoela, azaleko izotzaren eta az-

Europa ilargia, Galileo zundaren bidez.
ARG.: NASA.





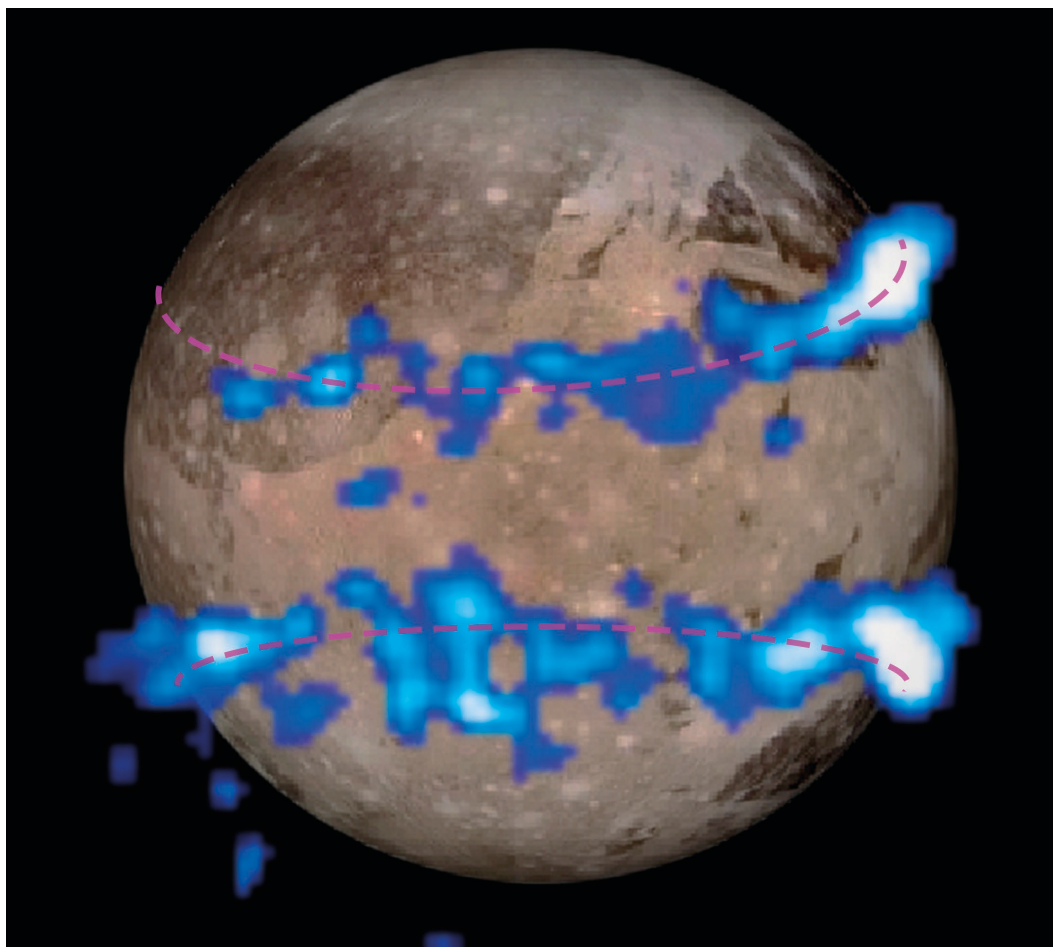
Entzeladoren argazkia, Cassini zundak hartua, 2008an. Atzean, Saturnoren eraztunak ageri dira. ARG.: NASA/JPL/Space Science Institute/Jabetza publikoa.

piko ozeanoaren artean. Hortik ondorioztatu dute karbonoa azpitik datorrela. Eta, Lurrean bezala, ozeanoak karbono dioxidoa badauka, indartu egingen da Lurrean ezagutzen dugun bizi-mota egoteko aukera”.

Ganimedesen, berriz, hidrogeno peroxidoa detektatu du JWSTk. Poloetan dago kontzentratuta, eta, Antuñanoren esanean, hori oso interesgarria da: “Jupiterretik datozen partikula kargadunek talka egingen dute Ganimedesen azal izoztuaren aurka, eta ilargiaren eremu magnetikoak poloetara bideratzen ditu”. Horrek erakusten du ezen, ilargiak berak ez

ezik, planetekin duten elkarrekintza ere oso dela esanguratsua.

Hain zuzen, planetak ere aztertuko ditu JWSTk, eta, Zientzia Planetarioen Taldean, Jupiter behatzeko orduak dauzkate programatuta, Ricardo Hueso Alonsoren gidaritzapean. “Ezin dugu jakin zer emango duen JWSTk, baina ziur nago informazio baliotsua eskuratuko dugula, eta orain asmatu ezin ditugunak ezagutuko ditugula ilargi izoztuetan eta beren planetetan”.



Ganimedesen eremu magnetikoa erakusten duen irudia, Hubble teleskopioaren bidez. ARG.: NASA/ESA/J. Saur (Koloniako Unibertsitatea).

Astrobiologia ez den arren, liluratu egiten du bizi estralurtarra aurkitzeko aukerak: "Biziaren arrastorik ñimiñoena ere aurkituta, kontuan izanda zein gertu dauden astronomikoki, ezingo da zalantzan jarri unibertsoan nonbait bizia egongo dela".

JUICE misioa abian

Hipotesi horrek bultzatu du JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) misioa. 2023ko apirilean espazioratu zen, eta Sánchez Lavegak eta Huesok parte hartzen dute, tresna banaren ikerketa-taldeko kide gisa; zehazki, MAJIS eta JANUS tresnen ikerketa-taldeen, hurrenez hurren.

Sánchez Lavegaren esanean, MAJIS (Moons And Jupiter Imaging Spectrometer) JUICEk daraman instrumentu konplexuenetako bat da: "Irudiak eta espektroak hartuko ditu, aldi berean, eta bi espektromailatan, gainera: ikusgai eta infragorri hurbilean, eta infragorri ertainean".

Zehaztu duenez, Zientzia Panetarioen Taldeak, bai MAJISekin, bai beste tresna batzuekin, Jupiterren atmosfera ikertzea du xede: haren dinamika, hodeiak eta lainoak, eta konposizio kimikoa. "Hala ere, espero da MAJISek Ganimes, Europa eta Kalistoren azterketari egiten dion ekarpena eraba-

“Biziaren auzia alde batera utzita ere, JUICEk informazio baliotsua emango du ilargien bilakaera geologikoaz eta haien sorreraz, eta Jupiterrekin duten elkarrekintzaz”

kigarria izatea ilargi horien ozeanoak ezagutzeko. Batzuetan, azalaren gainean 100 m inguruko erresoluzioa ere lortuko du. Gainazalen eta atmosfera arinen kimika aztertuko du, eta interes astrobiologiko handiko molekula organikoak eta urarekin zerikusia dutenak bilatuko ditu”.



JUICEren monitorizaziorako lehen kamerak Lurrari hartutako irudia, Jupiter eta ilargi izoztuen bila abiatzean, 2023ko apirilaren 14an. ARG.: ESA/Juice/JMC/ CC BY-SA 3.0.

Horrez gain, gune aktiboetan jarriko du fokua, eta, hala, etorkizunean in situ egin daitezkeen esplorazioetarako hautagaiak identifikatuko ditu.

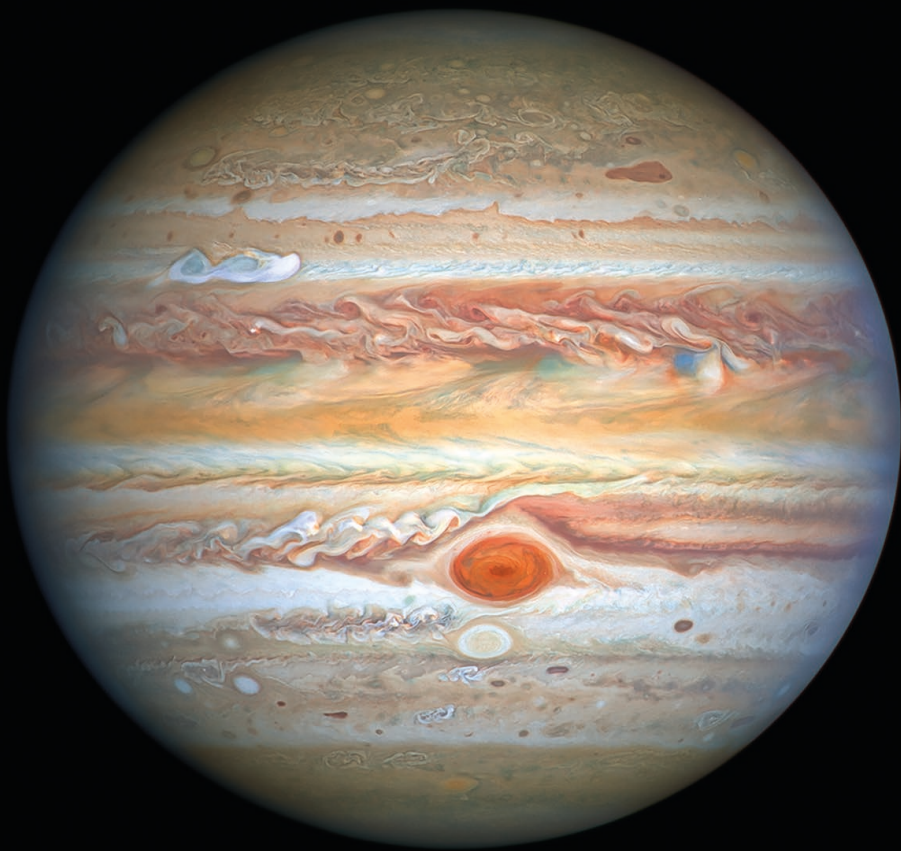
JANUS, berriz, Jovis, Amorum ac Natorum Undique Scrutator-en akronimoa da, eta, Huesoren esanean, haren ardura da JUICE misioaren erresoluzio handieneko irudiak hartzea.

Hain zuzen, kamera horrek ikusgaitik infragorri hurbilera arteko irudiak har ditzake. Horri esker, gai da, bai Jupiterren eta haren ilargien irudiak jasotzeko berezko koloretan, bai beste uhin-luzera batzuetan hauteman daitezkeen zenbait fenomenorenak ere, hala nola loko sumendienak edo Jupiterreko tximistenak. “JUICEk dituen tresna guztien artean, JANUS da erabileraz gehien dituenetako bat”, baieztatu du Huesok.

JANUSek Jupiterreko atmosferan egingo dituen behaketen diseinua eta analisia koordinatuko du Huesok. Aurreratu duenez, 10 km-ko erresoluzio-ko irudiak eta 30-40 km-ko erresoluzio-ko mapak lortuko ditu. Erresoluzioa zenbatekoa den jabetzeko, kontuan izan behar da Jupiterren erradioa Lurrarena baino 11 aldiz handiagoa dela. “Horri esker, Jupiterreko atmosfera eta hodeien egitura aztertu ahal izango ditugu, parekorik izan ez duen moduan”.

Huesok gehitu du ezen, Europa eta Kalistoren gaitetik igarotzean, JANUSek haien azalak behatuko dituela, eta Ganimesesen orbitatik metro gutxiko erresoluzio-ko irudiak hartuko dituela. “Jupiterren ilargi izoztuen geologiaren xehetasun finenak aztertu ahal izango ditugu”, berretsi du.

Tresna horiez gain, beste hainbat ditu ilargi izoztuak eta haien ozeanoak aztertzeko eta bizia ahalbidetzen duten balizko kondizioak bilatzeko eta ikeritzeko. “Biziaren auzia alde batera utzita ere, JUICEk informazio baliotsua emango du ilargien bilakaera geologikoaz eta haien sorreraz, eta Jupiterrekin duten elkarrekintzaz”, laburtu du Antuñanok.



Jupiter eta Europa (planetaren ezkerretara), Hubble teleskopioaren bidez. ARG.: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), eta M. H. Wong (Kaliforniako Unibertsitatea, Berkeley) eta OPALtaldea/CC BY 4.0.

Aurrera begira

Aurrerago, 2030eko hamarkadaren amaiera aldera, beste misio bat egiteko asmoa dago, Antuñanok gogorarazi duenez: Enceladus orbilander. Haren helburua Entzelado orbitatzea da, eta, gero, zunda bat jartzea haren azalean. "Ilargi horien ozeanoetan dagoen interesa aintzat hartuta, ia ezinbestekoa da hara joateko misioak diseinatzea. Izan ere, Lurretik lor daitekeen informazioa oso mugatua da. Horregatik egiten dira misioak, bertatik bertara esploratzeko, nahiz eta zailak eta konplexuak diren, eta garestiak, nola ez".

Antuñanok azaldu duenez, orbitatzaileak, Entzeladoren azala behatzeaz gain, zunda non ilargiratu erabakitzen lagunduko du. "Handira jota, izotzgeruza zulatzea eta lagin bat hartzea da asmoa,

egunen batean Lurrera ekartzeko. Ez da batere erraza: ilargiak oso grabitate txikia duenez, zaila da zunda bat azalean behar bezala pausatzea; zuloa egitea; lagina hartzea... Baina teknologiaren garapenak horretarako aukera ematen du gaur egun. Egin kontu: asteroideetatik laginak ekartzea lortu da. Ez da, beraz, hain itxuragabea. Eta jende askori 2030eko bukaera urruti dagoela irudituko zaion arren, guretzat bihar bertan da, horrelako misioak prestatzeak 30 urte hartzen baititu, gutxienez. Hor-taz, 15 urte barru, guretzat, berehala da".

"Eta hori lortzen bada, zergatik ez bidali beste misio bat pixka bat urrunago?". Galdetu du Antuñanok, amaitzeko. Astrofisikarien jakin-mina aseezina den seinale. ●