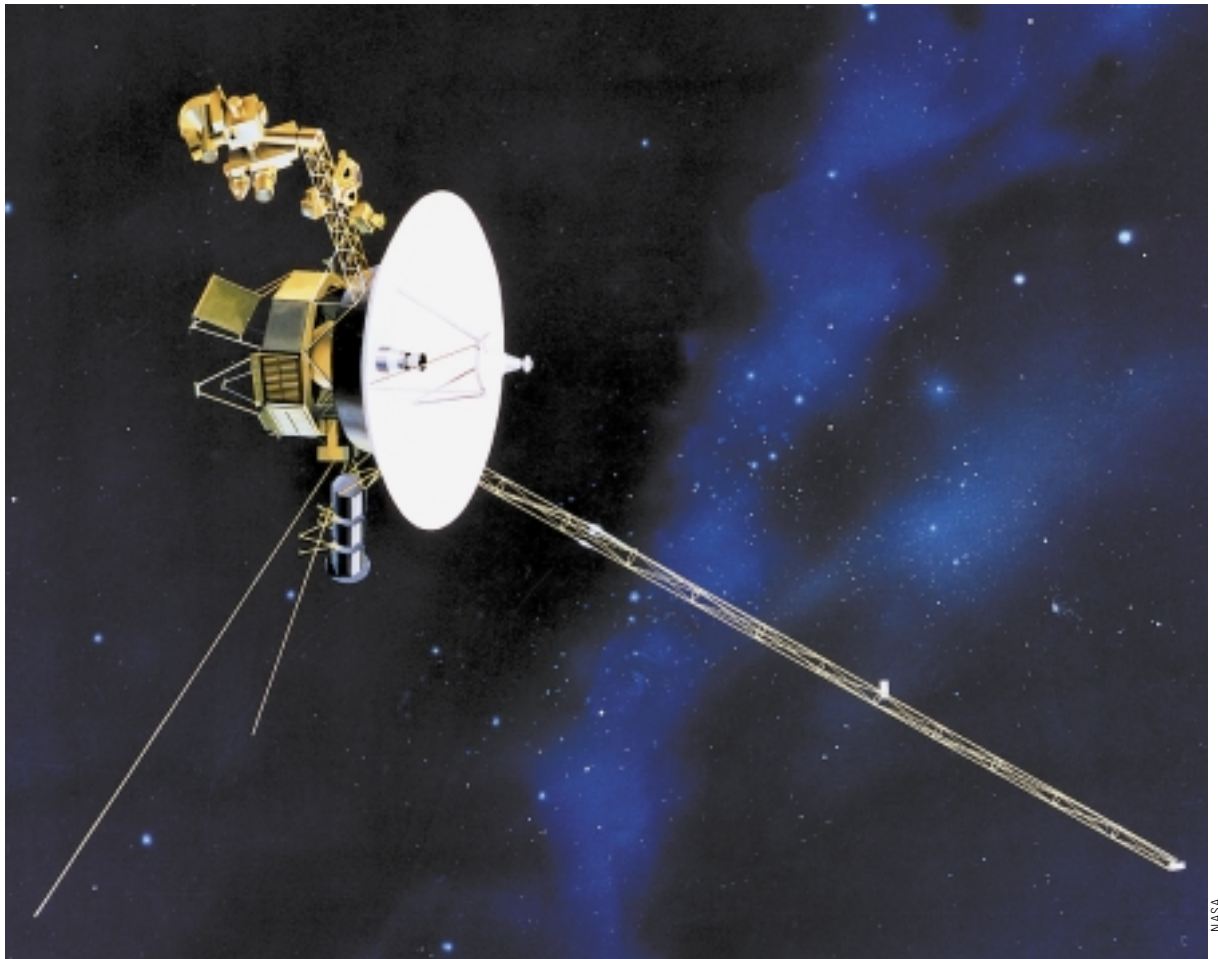


Mugarik gabeko bidaiariak

Eider Carton Virto

Elhuyar



NASA

Voyager espazio-ontzi bikiak duela 25 urte irten ziren Lurretik asmo handiz beteriko proiektu bat bizkarrean zutela. Jupiter eta Saturno esploratu behar zituzten, orduan planeta erraldoiak urruntasunean galdutako zirriborroak besterik ez baitziren. Eginbehar haiek aspaldi bukatu ziren, baina gizakiak inoiz urrunen igorritako ordezkariak oraindik lanean dihardute eguzki-sistemaren muga.

NASAREN *PIONEER 10* ETA *PIONEER 11* MISIOEN JARRAIPENA IZAN ZIREN *Voyager* ontziak. 1972 eta 1973 urteetan jaurti ziren Martetik harantzagoko planetetara heldu ziren aitzindariak eta, bidaiariak, berriz, 1977an. Ez zen nolana hiko marka izan, urrun, oso urrun baitaude planeta horiek.

Distantzietan erreparatuz gero, Merkurio, Artizarra eta Marte Lurraren bizilaguntzat har daitezke, 92, 42 eta 98 milioi kilometrora baitaude. Baina hurrengo planeta, hau da, Jupiter, alboko

auzoan bizi da. Lurretik Jupiterrera 647 milioi kilometro daude eta Saturnora, berriz, 1.343. Garaiak ekintza handietarako bidea eman zuen, ordea.

Planeta-esploratzaileen urrezko hamarkada

Pioneer eta *Voyager* ontzien garaia urrezkoa izan zen planeten esplorazioan, politikan eta zientziaren aldetik. Sobietarren eta estatubatuarren arteko lehia bizia zen eta gobernua prest zeuden proiektu bakar batean dirutzak

inbertitzeko. 1950eko hamarkadan Ilargia esploratu zuten batzuek zein besteek; 60koan, Artizarrera eta Martera iritsi ziren eta 70ekoan are urrunago ailegatu nahi zuten. NASAren *Apolo XI*-k, gainera, irabazi berria zuen lehen giza-ia Ilargiratzeko lasterketa.

“Carl Sagan astronomoaren ustean, Apolo programa existitu zelako esploratu zuten Estatu Batuek eguzki-sistema”

Carl Sagan astronomo eta idazlearen ustean, Apolo programa existitu zelako esploratu zuten Estatu Batuek eguzki-sistema. Apolo programaren helburu nagusiak zientifikoak ez baziren ere, ekarpen zientifikoak egin zituzten, eta, batik bat, etorkizunerako ilusioa eta lidergoa eman zieten estatubatuarrei.

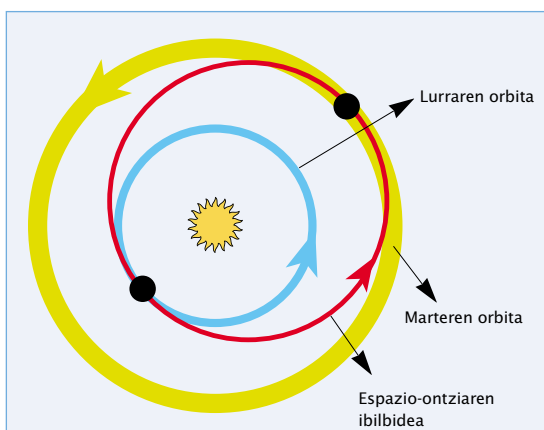
Baikortasunarekin batera iritsitako aurrerapen zientifikoetako bat NASAren *Mariner 10* ontziak ekarri zuen. *Mariner 10*-ek *gravity assist* teknikaren baliagarritasuna frogatu zuen eta Neptunorako bidaia-denbora 30 urtetik 12ra murriztu zen. Hitz gutxitan esanda, teknika hori planeten grabitazio-indarraz baliatzen da espazio-ontzien ibilbidea eta abiadura aldatzeko.

Planeta arteko bidaiak ez dira lerro zuzenean egiten, haien inguruan orbitak osatuz baizik. Orbita horiek puntu batean A planetaren grabitazioaren mende eta beste batean B planetaren mende egoteko diseinatzen dira eta, horrela, espazio-ontziek Lurretik Martera, Martetik Jupitertera, Jupiterretik... erregai gutxi gastatuz bidaia dezakete. Planeta bakoitzera inguratzean, elkarrekintza grabitazionalek espazio-ontzia azeleratu eta hurrengo planetarako bidean jartzen dute. Nabigazio-sistema hori gabe, espazio-ontziek askoz ere erregai eta pisu gehiago izango lukete eta are garestiagoa izango litzake haiek espazioratzea.

Ilusioa handitzeko beste gertaera bat *Pioneer* ontziek ekarri zuten, Jupiterren eremu magnetiko itzela hondatu gabe jasan baitzuten. Eta planeten ezagutza areagotzen ari zen garai horretan, gizakiaren esku ez zegoen zerbait zegoen gertatzen: Jupiter, Saturno, Urano eta Neptuno lerrokatu egin ziren 1970eko hamarkadaren amaieran hasi eta hurrengo urteetan.

Planeta horiek 12 eta 165 urte artean behar dituzte Eguzkiaren inguruan bira bat osatzeko eta gutxitan egoten dira guztiak izarraren alde berean eta gertu; zehazki, 175 urtetik behin. Orduan egiten ez bazen, belaunaldi batzuk itxaron beharko zen planeta guztietara aldi berean bidaiatu ahal izateko *gravity assist* teknikaz baliatuz. NASAk ez zuen aukera galdu nahi izan eta baiezkoa eman zion *Voyager* misioari. ➔

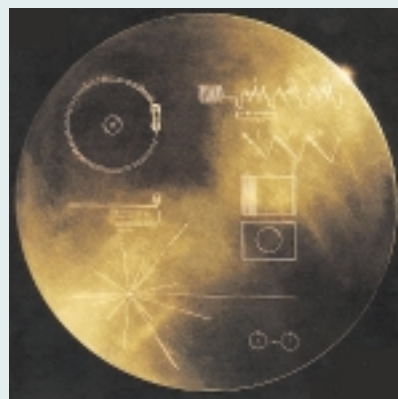
Lurretik Marterako bidaia *gravity assist* teknikaz baliatuz. Urdinez Lurraren orbita irudikatu da eta horiz Marterena; gorritz, berriz, Lurretik jaurlitako espazio-ontziari dagokiona. Espazio-ontzia une jakin batean espazioratu behar da, Marteren orbitara hura han dagoenean iritsi dadin, bestela haren grabitateak ez baitu harrapatuko. Martera 25 hilez behin bidal daitezke zundak.



NASATIK MOLDATUTA

Mezu bat mugaz bestaldera

Voyager ontziek, *Pioneer*-ek bezala, betiko edo segituko dute espazioan bidaiatzen eta Carl Sagan-ek ez zuen aukera hori galdu nahi izan *Voyager* ontziekin batera espazioko beste biztanleei mezu bat igortzeko. Urrez estalitako disko batean, 116 argazki, 55 hizkuntzatan egindako agur-mezuak eta 27 musika-pieza grabatu zituen, eta mezuak ontzietan eramateko konbentzitu zuen NASA. Ez omen zen erraza izan Lurraren aniztasuna islatuko zuen mezua osatzea, baina oso kontent gelditu ziren emaitzarekin.



NASA

Sagan-ek ongi zekien milaka urte pasako direla *Voyager* ontziak gurea bezalako planeta-sistema batera heldu aurretik, eta unibertsoan espazioa ikertzeko grina duten zibilizazio aurreratuak baldin badaude bakarrik deskodetuko dela mezua, baina haren ustez merezi zuen botila itsasora botatzea. *Pioneer* ontziek noiz eta non sortu ziren esplikatzeko zuten metalezko plaka bana eraman zuten, baina zerbait gehiago egin nahi izan zuen *Voyager*-ekin. Dena dela, hauek ere diskoen azalean grabatuta daramate Lurraren kokalekuari buruzko informazioa.

Batzuek, ordea, ez zuten begi onez ikusi gizakioi buruzko informazio estrategikoa axolagabeki emate hori. Eta gu suntsitzeko prest zegoen zibilizazio baten esku jausten baziren ontziak? Martin Ryle Nobel saridun eta astronomoak larritasunez beteriko gutuna idatzi zion Sagan. “Orain arte dakigunaren arabera, hor kanpoan egon daitekeen edozein izaki gaiztoa da eta gure berri izan bezain pronto eraso edo jan egin gaitzakete...” esaten zion gutunean. Ryle bezain jakintsuak ez ziren beste askok ere kezka berak agertu zituzten, baina, onerako edo txarrerako, aspaldi ari gara gure berri ematen. Telebista-seinaleak, adibidez, izugarri urrutitik atzeman daitezke Lurrean erabiltzen diren moduko detektagailuekin.

Lau planetak bisitatuko zituen bidaia garestiegizat jo zuten, ordea, eta *Voyager* misioa Jupiter eta Saturnora mugatzea erabaki zuten, *Pioneer*-ek egindako lanari segida emateko. 10.000 ibilbide posibleren artean, Jupiter eta haren satelite Io eta Saturno eta haren satelite Titan aztertuko zituena aukeratu ziren; baina ez zituzten ate guztiak itxi, *Voyager 2*-ren ibilbideak posible egiten baitzuen Urano eta Neptunora joatea.

Horrenbestez, 1977an abiatu ziren *Voyager* ontzi bikiak. Bi urte geroago Jupitererara iritsi ziren eta 1980 eta 81ean Saturnora. Baina bidaia ez zen Saturnon amaitu.

Saturno ikertu ostean, *Voyager 1*-ek aurrera segitu zuen, ekliptikaren, eguzki-sistemako planeta gehienek orbitatzen duten planotik gora, eta *Voyager 2*-k ustekabe ezin atseginagoa eman zien proiektuaren arduradunei. Lan-tresna guztiak egoera onean zituena eta Uranora iristeko gai izango zen.

NASAK misioa luzatzea erabaki zuen eta Uranora bakarrik ez, Neptunora ere

Urrutira bidalitako espazio-ontziekin, Goldstonen (Kalifornian), Madrilan eta Kanbernan dauden antena erraldioen bidez komunikatzen dira NASAKo ikertzaileak. Hiru antena-multzo edukita, komunikazioa inoiz ez etetea lortzen da, Lurrak biratu ahala gune batetik bestera pasatzen baita. Sistemari *Deep Space Network* deitzen diote.



iritsi zen *Voyager 2*, 1986 eta 1989an, hurrenez hurren. Gero, bikiak egin zuen moduan, ekliptikaren planotik kanpora segitu zuen, behearantz kasu honetan. Guztira 865 milioi dolar gastatu zituen NASAK proiektuan.

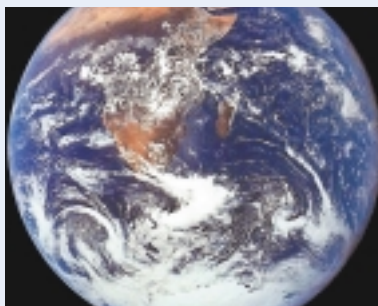
Inoiz ikusi gabeko sateliteak, eraztunak...

Voyager ontziek bost bilioi datu-bit igorri zituzten Lurrera, 6.000 entziklopedia Britannica kodetzeko bezainbeste, eta 11.000 lanurteko dedikazioa izan dute.

Gasezko planeta erraldoiak

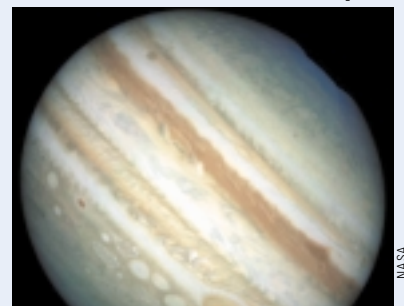
Jupiter, Saturno, Urano eta Neptunori gasezko erraldoi deitzen zaie eguzki-sistemako beste planetekin alderatuta izugarri handiak direlako eta ez dutelako azal solidorik. Kanpotik erdigunera dena gas dira, hori bai, dentsoagoak erdigunera gerturatu ahala. Planeta horien nukleoa metal moduan portatzen den hidrogeno likidoz osatuta dagoela uste da. Oro har, bolumen handia eta dentsitate txikiak dituzte, eraztun eta satelite asko, eta atmosfera konplexuak. Hidrogenoa, helioa, metanoa eta amoniakoa dira planeta horien osagai nagusiak.

Lurra



Distantzia Eguzkitik: 150 milioi km
Diametroa: 12.756 km
Dentsitatea: 5,52 g/cm³
Satelite-kopurua: 1
Ezaugarri nagusiak:

Jupiter



797 milioi km
 142.984 km
 1,33 g/cm³
 39

Eguzki-sistemako planeta handiena da, eremu magnetiko izugarri indartsua du eta oso ekaitz bortitzak. Ezagunena orban gorria da. Obalo-itxurako ekaitz erraldoi hori bi Lur planeta adinakoa da.



NASA

Jupiterren sistemarenak bakarrik 50.000 argazki egin ziren. Izan ere, gasezko erraldoiez ia dena zegoen deskubritzeke.

Adibidez, behinola Saturnoren ezaugarri berezi ziren eraztunak planeta erral-

doi guztiek zituztela jakin zen. *Voyager* ontziak Jupiterre heldu aurretik, astronomoek Uranoren eraztunak deskubritu zituzten eta Neptunoren inguruan ere zer edo zer detektatu zuten, baina *Voyager*-ek baieztatu zituzten horiek guztiak, eta denak desberdinak zirela erakutsi zuten.

Eraztunaz gain, 23 satellite ere aurkitu zituzten: Jupiterren 3, Saturnoren 4, Uranoren 10 eta Neptunoren 6; eta jada ezagutzen zirenak gehiago ezagutu zituzten. Jupiterren lo satelitean Lurretik kanpo aurkitu diren sumendi aktibo bakarrak topatu zituzten, hengoak baino 100 aldiz aktiboagoak. Europa –Jupiterren beste satellite bat– izotzez estalitako mundua zela jakin zen, eta beharbada ur likidoa zegoela azpian.

Jupiterren sisteman egindako aurkikuntza haiek beste hainbat misiori eman diete bidea. Heldu den urtean, zazpi urtez Jupiter eta haren ilargiak ikertzen ibili den *Galileo* espazio-ontzia sunsituko du NASAk. Besteak beste, Europaren izotzezko gainazalaren azpian ur gaziko ozeanoa egon daitekeela

baieztatu du *Galileo*-k eta NASAk buruan du satellite hura gertuagotik aztertzeke asmoa, nahiz eta *Europa Orbiter* proiektua oraingoz bertan behera gelditu den aurrekontu-murrizketak direla eta.

“*Voyager* ontzien bidaia ez zen Saturnon amaitu. Bikietako batek Urano eta Neptuno ikertu zituen”

1997tik, bestalde, Saturnora bidean da *Cassini-Huygens* espazio-ontzia. 2004an iritsiko da eta *Cassini* deritzon zatiak lau urtez orbitatuko ditu planeta eta bere sateliteak. *Huygens* zatiak, berriz, Titan-en lur hartuko du. Eguzki-sistemako sateliteetatik Titan da atmosfera duen bakarra eta gertutik aztertu nahi dute Europa eta Estatu Batuetako espazio-agentziek. Ez da ahaztu behar

Saturno

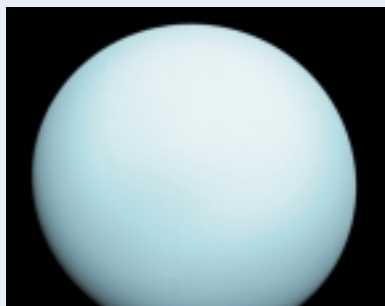


NASA

1.493 milioi km
120.536 km
0,70 g/cm³
30

Eguzki-sistemako planeta dirratsuena da eta eraztunik ikusgarrienak ditu. Urak baino dentsitate txikiagoa izaki, igerileku erraldoi batean jarriz gero, flotatu egingo luke.

Urano



NASA

2.942 milioi km
51.118 km
1,30 g/cm³
21

1781ean aurkitu zen. Ordura arte astronomoak ez ziren jabetu ikusten ez ziren planetak egon zitezkeenik. Oso errota-zio bitxia dauka. Eguzkitik begiratuta, etzana dagoela dirudi, alde baten gainean biratzen baitu.

Neptuno

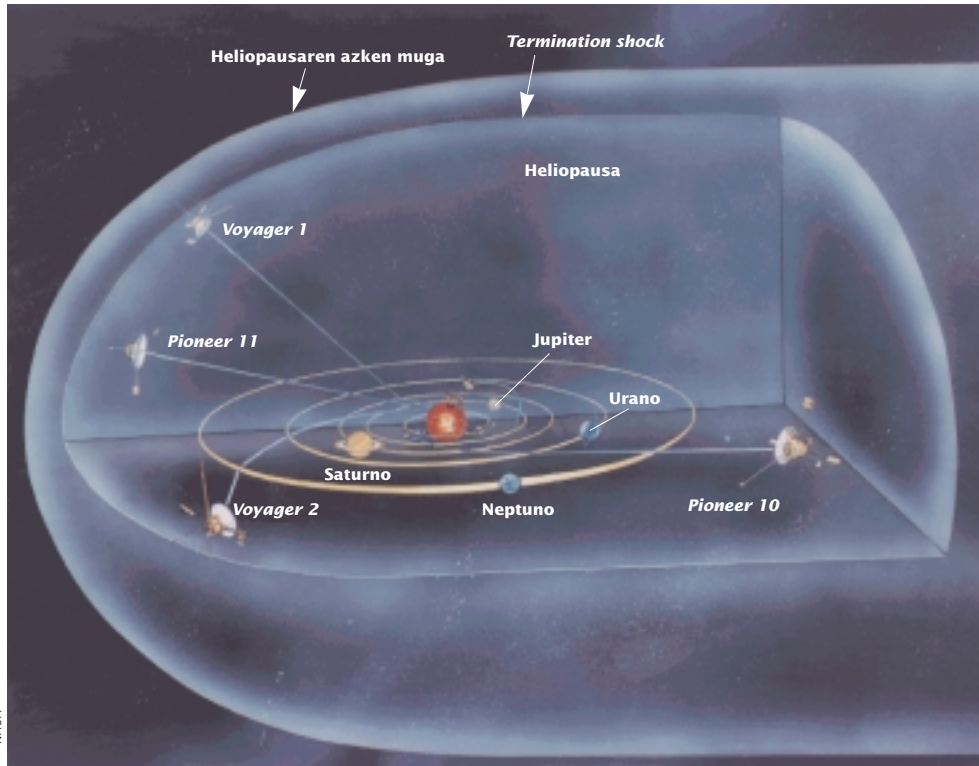


NASA

4.125 milioi km
55.528 km
1,76 g/cm³
8

1846an aurkitu zen eta Pluton-ek oso orbita berezia duenez, urte batzuetan eguzki-sistemako azken planeta izaten da. Atmosferako metanoak argi gorri guztia xurgatzen duelako du hain kolore urdina, eta oraindik ezagutzen ez den beste ‘koloratzailerren’ bat daukalako.

Heliopausaren
 –Eguzkiaren eraginpeko
 eskualdearen– mugak eta
Voyager zein *Pioneer*
 ontzien bidaiaren eskema.
 Guztiak heliopausaren
 puntu desberdinetatik
 egingo dute ihes espazio
 zabalera.
 Hori gertatutakoan,
 astronomoek *Voyager*
 ontzien seinaleak jasoko
 dituztela espero dute.
Pioneer 10-enak oso ahul
 jasotzen dira dagoeneko
 eta *Pioneer 11*, berriz,
 1997an galdu zen.



MASA

Lur planetatik kanpo bizia topatzeko aukera ez dutela inoiz bistatik galtzen horrelako misioak sustatzeko orduan. Diru-publikotik bizi dira biak, eta gozoki goxoa da biziarena.

Hain justu, *Voyager* misioari esker jakin zen Titan-ek nitrogenozko atmosfera lodia duela. Aldi berean, Saturnoren sateliteen geologia aberatsa agerian utzi zuten: krater erraldoiak, amildegia... uste zenaren kontra, ez ziren izoztutako mundu inerteak. *Voyager* ontzien eskutik jakin zen, baita ere, Saturnok, Uranok eta Neptunok eremu magnetikoa dutela –1977 arte Jupiter zen ezaugarri hori zuen gazezko erraldoi bakarra–. Eta gehiago ere bai.

Voyager misioan lan egindako Ellis D. Miner ikertzaileak berriki esan du misio horiek urrutiko planeten ikerketa irauli egin zutela “ikergaiak astronomiaren esparrutik geologia, klimatologia eta antzekoetara eraman zituztelako”.

Voyager Interstellar mission

Esan bezala, Jupiter, Saturno, Urano eta Neptuno ikertu ostean, bakoitzak

“*Voyager* ontziek Eguzkiaren eraginpeko eremuaren eta unibertso zabalaren arteko muga aztertu behar dute orain”

bere aldetik jarraitu du bidaiaria. Eremu hartaz oso gutxi dakite astronomoek, eta *Voyager*-en datuak jasotzeko irrikitan daude. Ez dirudi gogoz geldituko direnik, gutxienez 2020ra arte lanean jarraitzeko bezainbeste energia badute eta. Gero, informazioa igortzeari utziko diote, baina ez bidaiatzeari. Izarretara bidean segituko dute, auskalo noraino. □

Abiadura horretan higituta, ez da harritzekoa gizakiak inoiz urrunen igorritako objektua izatea. Baina, errekorren

gainetik, *Voyager* ontziek zeregin zientifikoak dauzkate eguzki-sistemaren mugetan: Eguzkiaren eraginpeko eremuaren –heliopausaren– eta unibertso zabalaren arteko muga aztertu behar dute.

Hurrengo hamar urteetan iritsiko dira heliopausaren mugetara, Eguzkitik 5-14 milioi kilometrora, eta termination shock deritzon gunea zeharkatuko dute. Han, Eguzkiak igorritako partikulen abiadura laurdenera jaisten da eta aldaketa bortitzak gertatzen dira ingurunean. Beste 10-20 urtean espazio zabalera jalgiko direla espero da.

Abiadura horretan higituta, ez da harritzekoa gizakiak inoiz urrunen igorritako objektua izatea. Baina, errekorren