

# Lurretik espaziora

**Etxebeste Aduriz, Egoitz**

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Betidanik izan du gizakiak bidaiatzeko grina, toki berriak ezagutzeko jakin-mina. Hasi kontinenteetatik, itsasoa gero, zerua eta espazioa azkenik. Espazioa, gizakiaren azken konkista. Zuzenean ezin denean, informazioa lortzeko balioko diguten lekukoak bidalita, baina planetak, sateliteak eta asteroideak helburu eta helmuga garrantzitsu bihurtu dira.**

ESPAZIORA BIDAIATZEKO GAINDITU BEHARREKO LEHENENGO OZTOPOA Lurrean bertan dago. Eta ez da oztoporik txikiena, gainera. Lurrean grabitate-putzu batean gaudela esaten da; hau da, masa handi batetik oso gertu gaude, eta masa horrek (Lurrak) eragiten digun grabitate-indarra gainditu beharra dugu, Lurretik alde egin nahi badugu.

Horretarako, energia potentzial horri aurre egingo dion energia zinetikoa lortu behar da, edo, beste modu batera esanda, grabitateari aurre egiteko moduko abiadura lortu behar da. Ihes-abiadura deitzen zaio eremu grabitatorio batetik alde egiteko behar den abiadura minimoari, eta, lurrazalean, 11,2 km/s da. Hau da, lurrazalean



*Soyuz TMA-6 kohetearen jaurtiketa.*

dagoen gorputz bati abiadura hori ematen bazaio, Lurraren eremu grabitatoriotik ihes egiteko nahikoa energia zinetiko izango du.

Lehen arazo hori gainditzeko, erregaiz leporaino betetako kohete handi bat behar da. Izan ere, espaziora karga bat bidaltzeko behar den erregaiak kargak berak baino gehiago pisatzen du.

Erregai hori errez, gas beroa ateratzen da norabide batean bideratuta eta abiadura handiz, eta akzio-erreakzioz, koheteak gorantz bidaliko duen bultzada lortzen du. Kohetea ez da 11,2 km/s-ko abiaduran abiatzen, baina, bidean erregaia erretzen jarraitzen duenez, energia zinetiko gehiago lortuz doa, eta nahikoa du, beraz, abiadura txikiagoko abioa.

Baina koheteek joaneko bidaiak egiteko bakarrik balio dute. Ezin dira berriz erabili. Bidaian aurrera joan ahala, zatiak askatuz joaten dira, pisua txikitu eta abiadura handitzeko, eta zati horiek itsasoan, Lurraren orbitan edo espazioan galdurik bukatzen dute. Ez dira berreskuratzen.

Errusiarrek, adibidez, *Soiuz* koheteak erabiltzen dituzte astronautak Nazioarteko Espazio Estaziora (ISS) eramateko, eta gero kapsula batean Lurreratzen dira. *Soiuz* koheteetan 3 astronauta joan daitezke, eta bidaia bakoitzean kohete berri bat erabili beharra dago.

Estatubatuarrek, aldiz, joan-etorriko bidaiak egiteko transbordadore espazialak erabiltzen dituzte. Koheteak ez bezala, neurri batean behintzat berreskuzgarriak dira. Jaurtiketa koheteen modu berean egiten da, baina hegazkinen gisan lurreratzeko gai dira, eta, beraz, behin eta berriz erabili daitezke. NASAren transbordadoreak ehun bat hegaldi egiteko diseinatuak daude, eta 5-7 astronauta joan daitezke bidaia bakoitzean. Dena den, *Columbia*-ren 2003ko istripuaz geroztik, gainbeheran daude, eta ia ez dira erabiltzen. Gainera, 2004an NASAk egindako adie-



*Columbia* transbordadorea lurreratzen.

NASA

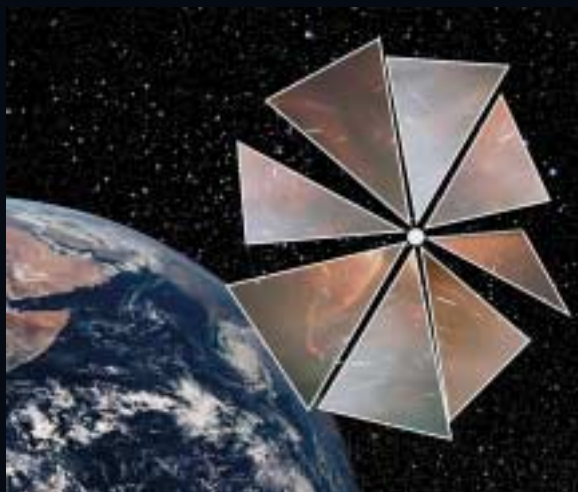
“*Soiuz koheteak eta transbordadore espazialak ez dira Lurraren orbitatik haratago joaten*”

razpenen arabera, 2010erako transbordadoreak erretiratu, eta egun garatze-fasean dauden *Orion* espazio-ontziekin ordezkatzeko asmoa dute. Eta espazio-ontzi berri horiek Ilargira lehenengo eta Martera gero joateko balioko omen dute, gainera.

Baina bai *Soiuz* koheteen hegaldiak eta baita transbordadore espazialenak ere orbitalak izaten dira, hau da, ez dira joaten Lurraren orbitatik haratago. Gaur egun, horiek dira gizakiak egiten dituen bidaia bakarrak. ➔

### **Belaontziak espazioan**

Espazio-ontziek erregai asko behar izaten dute, batez ere Lurretik ateratzeko. Baina, espazioan, badago erregairik gabe bidaiatzeko modurik ere: eguzki-belaontziak.



J. BALLENTINE

*Cosmos 1* eguzki-belaontziaren irudikapena.

Eguzki-belaontziek azalera oso handiko bela fin-finak dituzte, eta, eguzki-haizea ere hor dagoen arren, eguzki-argiaz baliatzen dira, batez ere, bultzada lortzeko. Eguzkiak, argia eta beroaz gain, partikulak ere igortzen ditu, oso abiadura handian, eta horri deitzen zaio eguzki-haizea. Baina, hain dira gutxi partikula horiek (~10 partikula/cm<sup>3</sup>), ezen eguzki-belaontzi bati emango lioketen bultzada eguzki-argiaren islapenak eragingo lukeena baino 10 aldiz txikiagoa baita.

Eguzki-belaontzien belak papera baino 40-100 aldiz finagoak izan daitezke, material arin eta islatzailez eginak. Ispilu-mintz horietan fotoiak islatzean, bultzada lortzen da, eta bultzada hori, txikia bada ere, konstantea da, eta baliagarria izan daiteke espazioan hainbat maniobra egiteko, erregairik erabili gabe.

Oraingoz, ez dute lortu propulsiio-indar nagusi eguzki-argia duten belaontziak arrakastaz erabiltzea. Baina hainbat proba egin dituzte. 2005ean, adibidez, *Cosmos 1* bidali zuten, baina koheteak huts egin zuen, eta ez zuten lortu orbitan jartzetik. 2006an, berriz, *Soraseiru sabupei-ro-do* eguzki-belaontzia bidali zuten, baina ez zuten lortu ongi zabaltzea.

## Lehenengo geltokia: Ilargia

Bidaia orbitalak atzean utzita, espazioan gertuen dugun balizko geltokia Ilargia da. Izatez, hura ere Lurraren orbitan dago.

Badira ia 40 urte gizakia Ilargira iritsi zela, baina ordutik hona koheteen teknologia ez da askorik aldatu funtsean, elektronika alde batera utzita. Gainera, gizakia Ilargira eraman zuten Apollo misioetan erabilitako *Saturn Va* izan da inoiz erabili den koheterik handiena eta ahaltsuena. Geroztik ez da halakorik erabili.

Egun, ia espazio-agentzia guztiek dituzte berriz ere ilargira joateko proiektuak. Europako, Txinako, Japoniako eta AEBko espazio-agentziek 2020. urte inguruan ilargira joateko asmoa dute. Eta indiarrek eta errusiarrek ere bai, 2030ean. Baina, joateaz bakarrik ez, han gelditzeaz ere hitz egiten dute, base finko bat egiteko asmoak baitituzte. Japoniarrek 2030erako egin nahi dute basea; txinatarrek eta estatubatuarrek diote, berriz, litekeena dela 2024rako egina egotea. Orain, nazioarteko akordioak egin nahian dabilta.



Badira 40 urte Apollo XI.a misioan gizakia Ilargira iritsi zela.

*“ia espazio-  
agentzia guztiek  
dituzte berriz  
Ilargira joan eta  
base finko bat  
egiteko proiektuak”*

NASAK eta ESAk Ilargia baino urrunago ere begiratzen dute, eta Martera iristeko tarteko pauso gisa ikusten

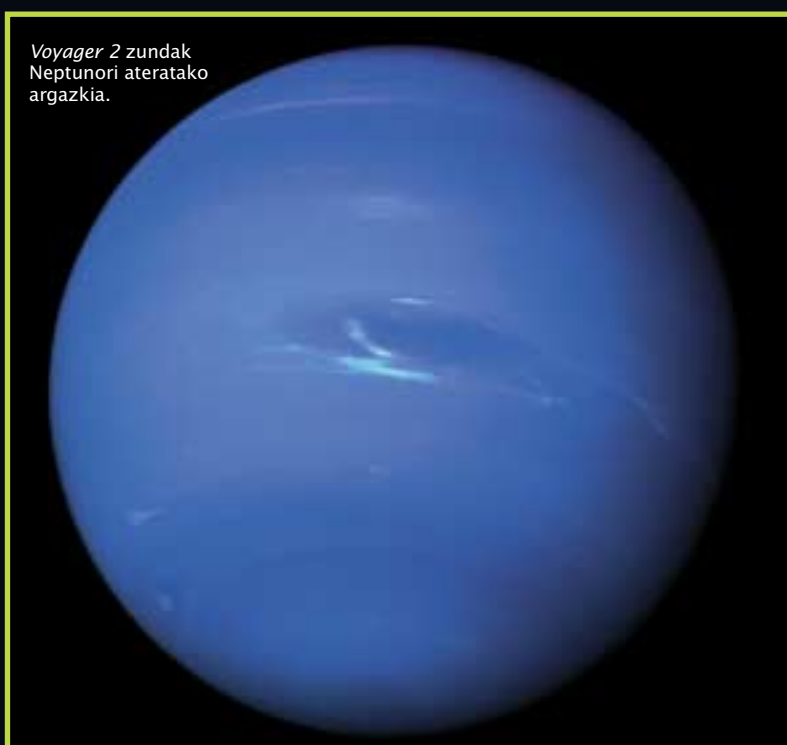
dute Ilargikoa. ESAren Aurora programak, adibidez, 2030ean gizakia Martera iristea du helburuetako bat.

## Planetetara

Baina, oraingoz, espazio-zundek bakarrik bidaiatzen dute planetetara. Lurretik atera ahal izateko, koheteen muturrean jartzen dira zunda horiek. Hau da, koheteak ematen dio abiadura zundari, eta, gero, behin Lurraren eraginpetik atera ondoren, kohetea atzean utzi eta inertziak joan daiteke, nahi den tokiraino. Horretarako, baina, derri-gorrezkoa da norabide egokia ematea. Eta horretan fin ibili beharra dago, gainera, planeten tamaina oso txikia baita haien orbitarekin konparatuz.

Zunda nahi den helburura irits dadin, grabitate-simulagailuen bidez oso kalkuluz zehatzak egiten dituzte. Simulagailu horiek zundaren ibilbidea simulatzen dute, gainerako planeta eta masa guztien grabitatea kontuan hartuta; eta, zundari eman behar zaion norabideaz gain, jaurtiketa egiteko epe zehatza ere kalkulatu dute. Horri jaurtiketa-leiho deitzen zaio.

Dena den, zundak berak ere izaten ditu propulstazailu txiki batzuk, norabide-zuzenketak egiteko. Beraz, koheteak abiadura eta norabidea ematen dio, baina, gero, bidean zuzenketak egin daitezke.



Voyager 2 zundak Neptunori ateratako argazkia.

## Talkarik gabeko karanbolak

Esan bezala, planeta batera zunda bat bidaltzeko, bidean zehar eragingo duten planeten grabitate-indarra ere hartu behar da kontuan. Baina ez kontuan hartu bakarrik, erabili ere egin daiteke planeten eremu grabitatorioa, abiadura handiagoa lortzeko. Grabitazio-laguntza deitzen zaio horri. Uranora joateko, adibidez, oso baliagarria izan daiteke Jupiterren eta Saturnoren grabitazio-laguntza.

Grabitazio-laguntzaz baliatzeko, masa handiko planeta baten atzetik bideratu behar da zunda. Hau da, planeta bere orbitan pasa berri den puntutik pasarazi behar da zunda. Horrela, planetak erakarri egingo du, eta beraz, abiadura emango dio. Behin abiadura lortuta, hurrengo planetara salto egin dezake, billar-joko espazial bat balitz bezala. Gainera, bidaiatzeko modu horri esker, misio berean hainbat planeta behatu daitezke.

Planeten laguntza ezinbestekoa izan zen NASAren arrakasta handienetako

batean, Voyager misioan. *Voyager 1* eta *Voyager 2* zundak 1977an bidali zituzten, Jupiter, Saturno, Urano eta Neptunoren ezohiko kokapenez profitaatzeko asmoz. Lehenak Jupiter eta Saturno, eta haien ilargi lo eta Titan bisitatu zituen. Azken hori behatzeko, baina, Uranoranzko bidea utzi egin behar izan zuen, eta, egun, gizakiak egindako objektuetan Eguzkitik urrutien iritsi dena da.

“planeten eremu grabitatorioaz baliatuz, espazio-zundek abiadura handiagoa lor dezakete”

*Voyager 2* zundak, berriz, Titan alde batera utzi eta, Jupiter eta Saturnoz gain, Urano eta Neptuno ere bisitatu

zituen 1986an eta 1989an. *Voyager 2*-a da azken bi planeta horiek bisitatu dituen bakarra.

Hain da lagungarria grabitazio-laguntza, ezen batzuetan bidaia kontrako noranzkoan ere has baitaiteke. Saturnora *Cassini-Huygens* bidaltzeko, lehenengo Artizarrera bidali zuten. Han, bitan jaso zuen grabitazio-laguntza, eta, gero, Lurraren eta Jupiterren laguntzaz ere baliatu zen Saturnora iristeko.

Une honetan bertan, *New Horizons* zundak Jupiterren laguntza hartu berri du, edo horretan ari da, Plutonera eta Karonera iristeko. Hori bai, Jupiteretik gertu dagoen bitartean, argazkiak atera eta atera ari da, planeta hura eta haren lau ilargi handienak aztertzeko. Ekainera arte ariko da lan horretan, eta Plutonera 2015. urterako iristea espero dute. Jupiterren grabitazio-laguntzarik izango ez balu, lau urte gehiago beharko lituzke Plutonera iristeko. ➔



NASA

## Hurrengo geltokia: Marte?

Espazio-zundak oso urrutira iritsi badira ere, gizakiaren kasuan gauzak asko zailtzen dira. Ilargira berriz joan ondoren, hurrengo helburua Marten jarri dute espazio-agentziek. Baina ez da erraza izango. Izan ere, ia bi urteko misioa izan daiteke hemendik Marterakoa. Gaur egun, horrek esan nahi du astronautek bi urtez grabitaterik gabe bizi beharko luketela. Eta giza gorputza ez da gai grabitaterik gabe hainbeste denboraz bizitzeko.

Grabitaterik ezean, hezurrek kaltzioa galtzen dute, giharrak atrofiatu egiten dira, sistema kardiobaskularra moteldu egiten da, globulu gorri gutxiago sortzen dira eta sistema immunologikoa ere ahuldu egiten da, besteak beste. Hain zuzen ere, askotan aipatzen da adinarekin gertatzen diren prozesuen antzekoak gertatzen direla grabitate faltan. Beraz, horrelako bidaiak egiteko grabitate artifiziala sortzen duten espazio-ontziak beharko lirarteke. Baina, oraingoz, ez dago horrelakorik.

Planetetara turista gisa joatearekin amesten dutenek, beraz, hegaldi orbitalak egitearekin etsi beharko dute,



Giza gorputza ez da gai denbora luzez grabitaterik gabe bizitzeko.

NASA

*“Ilargira berriz joan ondoren, hurrengo helburua Marten jarri dute; ia bi urteko misioa izan daiteke hemendik Marterakoa”*

oraingoz. Eta horretarako ere poltsikoa bero-bero eduki beharko dute. Errusiako Espazio Agentziak 15 milioi euroren truke eskaintzen ditu espazioko bidaiak, eta 2009. urtera arteko hegaldi guztiak hartuak omen daude, gainera.

## Paseotxo bat espazioan

Espazioko lehen turista Dennis Tito izan zen, eta zazpi egun pasatu zituen ISSn, 2001ean. Geroztik izan dira, eta

## Espaziora bizitzera

Espazioaren kolonizazioa zientzia-fikzioko gai jorratuenetako bat da, baina ez hori bakarrik: hainbat espazio-programaren epe luzeko helburua ere bada espazioan giza koloniak ezartzea.

Batzuek uste badute ere lehenengo koloniak Ilargian eta Marten finkatuko direla, beste askok kolonia orbitalei buruz hitz egiten dute. NASAko talde batzuek kolonia orbital horiek egiteko posibilitatea aztertu dute; eta, haien arabera, Ilargian eta inguruko asteroideetan nahikoa material dago, eguzki-energia kantitate handietan dago eskuragarri, eta ez da aurrerakuntza zientifiko handirik behar horretara iristeko. Hori bai, ingeniari-tza-lan handia egin beharko da.



D. DAVIS

Eta egin izan dira kolonia orbitalen diseinuak ere. NASAk 1975ean proposatutako Stanford Torus da adibideetako bat. Milia bateko diametroko eraztun bat izango litzateke, eta minutuko bira bat emango luke indar zentrifugoaren bidez grabitate artifiziala lortzeko. Eguzki-argia ispiluen bidez sartuko litzateke, eta barrualdeak bailara luze baten itxura izango luke. Han, ingurune natural bat simulatuko litzateke, eta 10.000 pertsona hartuko litzateke koloniak. Stanford Torus bat ezagutu nahi duenak itxarrotea du aukera bat, noizbait antzeko zerbeit egingo ote den esperantzaz edo; bestea, Kubrick-en 2001: A Space Odyssey filma ikustea.

izango dira, gehiago ere. Bidaia espazioletan diru-hotsa entzun duen enpresari asko dago, gainera, eta hainbat proiektu daude martxan dagoeneko. Gehienek hegaldi suborbitalak egingo dituzten ibilgailuak proposatzen dituzte, eta 100-160 kilometroko altuerara bidaiatzeko asmoa dute.

Bidaia horietan, bidaiariak aukera izango lukete 3-6 minutuz grabitaterik gabe egoteko, izarrak ezin hobeki behatzeko eta Lurraren kurbadura ikusteko. Hasiera batean bidaiaren prezioa 150.000 euro ingurukoa izango dela kalkulatzen dute, baina gero jaitziz joango dela espero dute, 30.000 edo 20.000 euro arte, edo baita gehiago ere.

*SpaceShipOne* espazio-ontzia izan daiteke horrelako bidaiak egiteko erabil daitekeenetako bat. Diru pribatu hutsez finantzaturako lehen espazio-ontzia da, eta 2004an, bi asteko epean, bi aldiz 100 kilometroko altuerara igotzea lortu zuen, barruan 3 pertsona zituela. Orain, horrelako espazio-ontzien flota bat jarri nahi dute martxan, Virgin Galactic espazio-linea osatzeko. Dagoeneko hasiak dira hegaldien erreserbak hartzen, eta lehen hegaldia 2008an egitea espero dute.



*SpaceShipOne* espazio-ontzia, hegaldi bat egin ondoren.

*“espazioko turistek aukera izango lukete 3-6 minutuz grabitaterik gabe egoteko eta Lurraren kurbadura ikusteko”*

Beste proiektu pribatu bat Blue Origin da. Berriki erakutsi dute *Goddard* izeneko lehen prototipoak 2006ko azaroan egin zuen hegaldiaren bideoa. Itxura bitxia du *Goddard*-ek: kanpai-forma eta lau hanka ditu, eta, bai aireratu eta bai lurreratu, bertikalki egiten da. Lehen proba hartan, 85 metrora baino ez zen igo. Dena den, 2010erako, 100 kilometrora igoko diren hegaldi komertzialak eskaintzen hasiteko asmoa dute. Hegaldi horietan, pilotuaz gain, beste hiru pertsona joango omen dira.

### Mila izarreko hotelak

Baina, bidaiak bakarrik ez, bada espazio-ostatuen negozioa martxan jarri nahi duenik ere. Bigelow Aerospace enpresak berriaz heldu dio NASAk bere garaian alde batera utzitako Transhab programako espazio-habitat puzgarrien diseinuari, eta 2006ko uztaillean, jada,

bidali zuen orbitara *Genesis 1* test-modulua. Aurten, *Genesis 2* bidaltzeko asmoa dute, eta 2010erako lehen espazio-estazio komertziala jarri nahi dute martxan. *Nautilus* izango du izena eta 330 m<sup>3</sup> izango ditu.

Espazio-ostatuekin hasiko ote da, bada, espazioaren kolonizazioa? Izan ere, batzuen ustez behintzat, lehenago edo geroago iritsiko da hori ere. NASAko zuzendari nagusi Michael Griffin-ek honela hitz egin zuen: “...epe luzera, Lur planetako espezieek ezin izango dute bizirik iraun... Gizakiok ehunka, milaka edo milioika urtez bizi nahi badugu, beste planetak kolonizatu beharko ditugu... Ez dakit noiz izango den, baina iritsiko da egun bat non Lurretik kanpo Lurrean baino jende gehiago biziko den... Badakit gizakiak eguzki-sistema kolonizatuko duela, eta egunen batean urrunago ere iritsiko dela...”

Tira, gaur, oraindik, zientzia-fikzioa dirudite, agian, Griffinen hitzek; baina, Jules Vernek ere, gizakia Ilargira iritsi baino 100 urte lehenago *Lurretik Ilargira* idatzi zuenean, zientzia-fikzioa egin zuen. □

Norteko Ferrokarrilla irratsaioan Danel Madariaga ingeniariari egindako elkarrizketan oinarrituta. Elkarrizketa entzuteko: [www.elhuyar.com/norteko\\_ferrokarrilla/](http://www.elhuyar.com/norteko_ferrokarrilla/)



*Genesis 1* test-modulua.