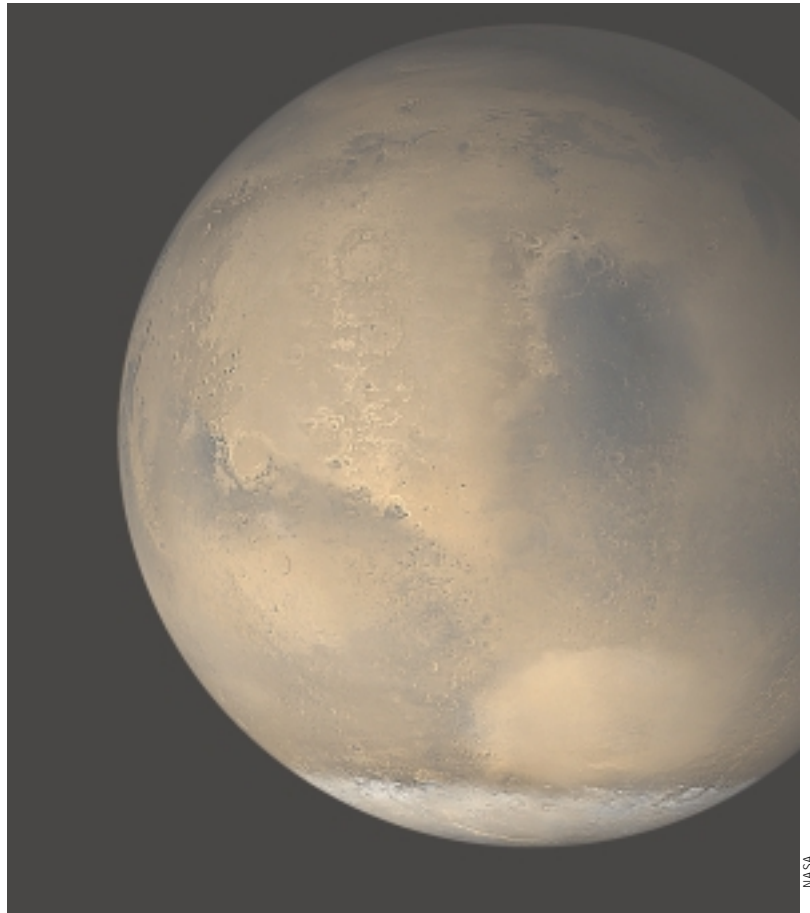


Marte, zaharra eta berria

The Planetary Report

The Planetary Report aldizkaria Planetary Society astronomia-elkarteak argitaratzen du. Elkarre horretako kide askok NASAREN ikerketa-proiektuetan hartu dute parte. Adibidez, Bruce Murray elkartearen presidentek Marteren esploraziorako programan egin zuen lan, 1965ean, NASAk *Mariner 4* zunda bidali zuenean. *Planetary Report* aldizkarian, Murray-k Marteren esplorazioaren gaur egungo egoera aztertu du elkarrizketa batean. Murray-k elkarrizketa hori euskaraz argitaratzeko baimena eman dio Elhuyarri.

The Planetary Report: Argi dago, *Mars Global Surveyor*-ek (MGS) bidalitako datuetatik jasotako informazioaren arabera, "Marte berria" sortzen ari dela. Zenbateraino aldatu du horrek Marterekiko zenuen ikuspegia?



NASA

Bruce C. Murray: *Mars Global Surveyor*-ek niretzat Marteren, paradigma hautsien lurraldearen, kontzeptu berria ekarri digu. MGSk, emaitza harrigarriak emateaz gain, haiek ezin ditugula azaldu erakutsi digu.

Marte hurbiletik aztertzen baduzu, ez duzu ikusiko zuk espero zenuena. Adibide bat jarriko dizut: denok uste genuen planeta honen hego-poloko lurrazala, *Mars Polar Lander*-en lurretatzea espero zen lekua, leuna izango zela, hori erakusten baitzuten orain arte egindako azterketek. Beraz, imaji-

na dezakezu hartu genuen ezustekoa, *Mars Orbiter Camera*-ren (MOC) lehen argazkiek gainazal pikorduna, koskaduna, erakutsi zigutenean. Ez dakigu koska horiek zerk sortu dituen, eta ez dago analogia lurtaurrik hori azaltzeko. Argi dago Marteko lurralde polarretan guk ulertzen ez dugun prozesuren bat gertatzen dela.

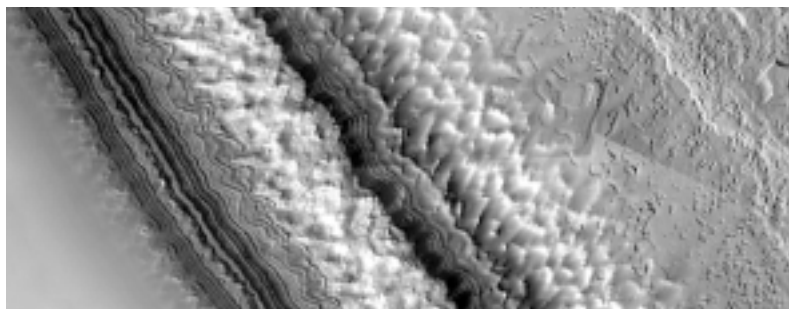
Ilargiaren gainazalean talkarekin hain erraz azaldu ezin diren ezaugarri morfologiko gutxi batzuk daude. Ilargiak bilioi urte bakoitzeko lodieran metro bat hazten den higakin-geruza dauka.

Beraz, 3.000 milioi urteko ilargiko "mare-ak" (lautada bolkanikoak) 3 metroko lodiera duen higakin-geruza dauka. Hori talkaz sortutako kraterretako geruzetan ikus daitekeelako daki-gu. Gure ezusterako, ordea, Martek ez du higakin-geruzarik.

Pathfinder 1997. urtean iritsi zen Martera, antzinako uholdeek utzitako higakinaren bila. Duela mila milioika urte gertatutako uholde izugarriek utzitako arrasto sedimentarioak identifikatu ziren gainazalean, atzo sortuak izan balira bezala. Gaur egun, hori harrigarria iruditzen zaigu. Orduan, honako azalpena eman zen: "Bueno, ziur aski eremu hori babesten zuen hondar-dunaren bat egongo zen, eta geroago desagertu egingo zen." Orain, berriz, hor ditugu *MGS*ren eta, bereziki, Mike Malin-en *MOC*eko argazkiak, erregolitorik ez dagoen planetako beste hainbat eta hainbat eremu erakusten dituzte.

Erregolitoa ez edukitzeaz gain, Martek krater txiki gutxi ditu. Zerbait gainazala babesten edo harraskatzen egon dela dirudi, baina zerbait hori zer den ez dakigu. Eta lehen aipatutako dunababesleen azalpenak ez du planeta osorako balio. Orduan, zein da erantzuna?

Beste paradigma hautsi bat aipatuko dizut. *MGS*k eguzki-panel batean arazo bat izan zuenez, orbita itxi, zirkular batera aldatzeko urtebete behar izan



NASA

MOC kameraz hartutako irudi txiki askoz osatutako hego-poloaren erdialdea.

zuen. Denboraldi horretan, espazio-ontzia Marteko gainazalera asko hurbildu zen —gainazaletik 150 kilometrorara—. Zer garrantzi duen horrek? Batez ere, ontzi barruko magnetometroak eta elektrometroak lortutako emaitzek jakin-mina sortu zutela.

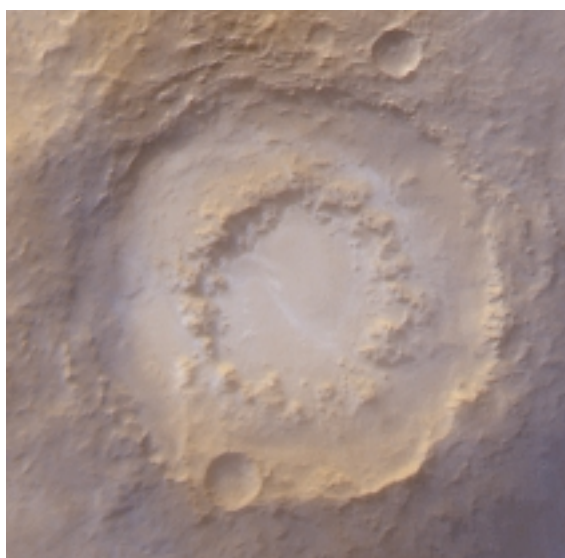
tzen du. Horrek garrantzi handia du, eremu magnetikoaz gain, elektroien norabidea ere lortzen baita neurtzen ari zaren altueran. Horrela, elektroiak nondik datozen jakin eta, neurri batean, beheko eremua berregin dezakete. Baina hori ionosferaren azpian zaudenean egin daiteke, ionosferatik gora, elektroiek ezin baitute pasa.

**“argi dago
Marteko lurralde
polarretan
guk ulertzen
ez dugun
prozesuren bat
gertatzen dela”**

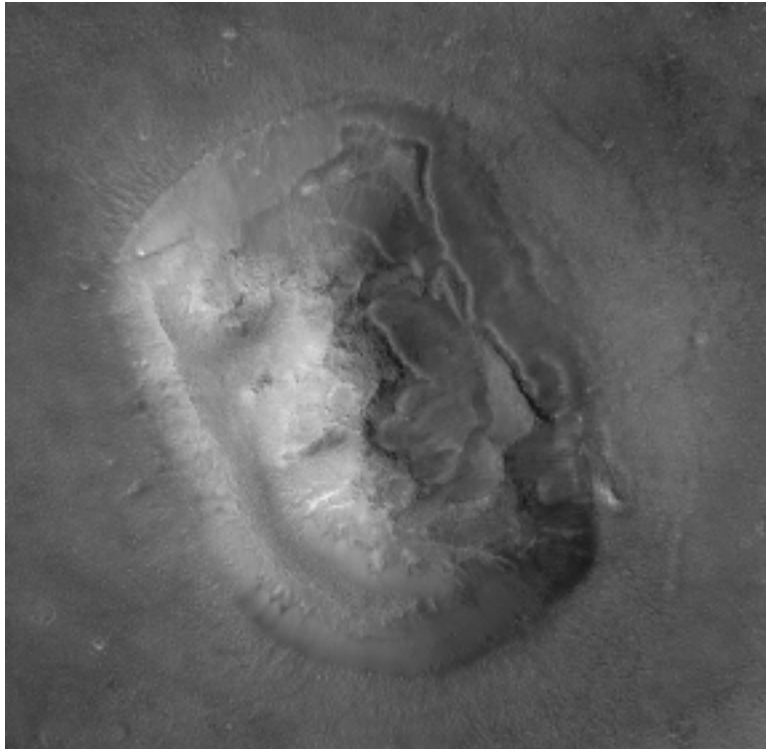
Magnetometroak eremu magnetikoa-
ren indarra eta indar horren norabidea
neurtzen ditu. Elektrometroak, berriz,
elektroiak, partikula kargadunak, siste-
mara zer norabidetan datozen neur-

Datu oso onak lortu ziren, baina orduan konturatu ginen Marteren gainazalean irregulartasun izugarriak daudela. Goialdean, esan dezagun 200 edo 300 kilometrorra, azaleko magnetismoa sortzen dela ikusi genuen eta hori harrigarria da. Alde batetik, irregulartasun horiek izugarriak direlako —Lurraren gainazaleko haitzen irregulartasunen tamaina 10-100 aldiz— eta ez dugulako ideiarik Marten zerk sortzen duen hori. Beste alde batetik, irregulartasunak, batez ere, hego hemisferioan daudelako, ez iparraldean. Bestalde, Hellas daukagu —arro ikaragarria, ia 2.000 kilometroko zabalarekin eta irregulartasunik gabe—. Interpretazio baten arabera, Hellas irregulartasunak sortu zituen fenomeno baina berriagoa da. Baliteke Hellas arroa sortzean talkek eta beroak eremu horretako azala desmagnetizatzea. Arazoa Hellas-ek 4.000 milioi urte inguru dituela da, eta horrek esan nahi du irregulartasunak are zaharragoak direla. Hori oraindik misterio handiagoa da. ➔

Lowell
kraterra.



NASA



NASA

1976an, *Viking* zundatik, aurpegi-itxura zuen eremu baten argazkia hartu zen. MOC kameraren irudi honetan eremu bera zehaztasun handiagoz ikusten da.

TPR: Zer gehitu diote *Mars Orbiter Laser Altimeter*-ek (MOLA) emandako datuek Marteren ikuspegi berriari?

BCM: MOLAk egin duena ondoko adibidearen baliokidea da: Lurreko lur-eremu guztien mapa topografiko zehatza egitea. Horretaz gain, MOLA etengabe ari da datuak hartzen, gau eta egun, orbita bakoitzean. Hortik datu-multzo ugari lortu ditugu eta aztertzen ari gara. Orain bertan, Caltech-en (Californiako Zentro Teknologikoan) datu topografikoak erabiltzen ari

“orain nahiko nabarmena da Marten ur asko zegoela, baina oraindik ezin dugu ur horri zer gertatu zitzaien zehatz-mehatz azaldu.”

gara krater berriak aurkitzeko, hau da, *Mariner*-eko, *Viking*-eko kameraren edo MOC kameraren angelu zabaleko irudietan ikusi ezin diren kraterak.

Zer aurkitu dugun? Hella artoa, uste genuena baino askoz ere sakonagoa dela. Baina 4.000 milioi urte baditu, guk kalkulatu genuenaren arabera, nolatan egon da hutsik hain denbora luzean? *Marineris* bailara ere, uste baino sakonagoa da.

Hala ere, daturik harrigarriena honako hau da: ipar-poloko artoa, lur-eremu ikaragarria, oso sakona izateaz gain, espero zen bezala, zeharo leuna da. Askok honakoa esaten dute: “Ur-masa batek egon behar izan du hemen.” Ez nago oso ziur, baina nire ustez, Marteko ur likidoa honaino iritsi eta hemen metatu zen: hego-hemisferioa iparraldekoa baino handiagoa da, eta hegoaldeetik iparralderako puntu guztietan ikusten dira antzinako uraren arrastotak. Beraz, urak ipar-poloko arroetara joan behar zuen. Horregatik, orain nahiko nabarmena da Marten ur asko zegoela. Hala ere, oraindik ezin dugu ur horri zer gertatu zitzaien, edo ura nolatan egon zitekeen zehatz-mehatz azaldu.

TPR: Martek klima epela, hezea edo Lurraren antzekoa eduki izatea posible dela uste duzu?

BCM: Ez dut inongo ebidentziarik ikusten Lurraren antzeko ingurunea zuela esateko. Nahiz eta gainazalean ur asko egon, nire ustez izotzez estalita zegoen. Bizi-habitat potentzialik ote zegoen? Nork daki?

*Mariner 4*ren bitartez badakigu Martek krater handiak dituela. 3-4 mila milioi urte inguru edukiko dituzte, eta txikiak ilargiko kraterak bezalakoak dira, katilu formakoak, ertz zorrotzekin. Arizonako Meteor kraterak 20.000 urte bakarrik ditu, eta dagoeneko laku bat eduki du behean eta higadurak jasan ditu. Marteko kraterrek, ordea, sortu berriak direla dirudite.

Barnard kraterra.



NASA

Beraz, kraterren aztarnak Marte inoiz ez dela Lurra bezalakoa izan erakusten dute. Bestalde, ordea, uraren aztarna izugarriak ikus daitezke, ura oraindik han balego bezala. Urarekin zer gertatu zen, ordea, ezin dugu esan, baina badakigu lurralde polarretan ez dagoela behar adina leku ura orain izotz-geruza moduan egoteko. Misterio ugari daude oraindik.

TPR: Zer diozu Thermal Emission Spectrometer-ek (TES) detektatu duen hematiteari buruz? (Hematitea burdin oxidatuz osatuta dago eta normalean ur likidoarekin bakarrik sortzen da). Ez al da hori klima epelago, hezeago baten adierazle?

BCM: TESI asko kosta zitzaion atmosferan sartzea, gainazalean antzemateko zaila den mineralaren arrastoak hartzeko. TESek erradiazio termikoa antzematen du eta, orduan, horren espektro-arrastoak lortzen saiatzen da. Ilargian bertan nahiko zaila da hori egitea, atmosferarik ez baitago. Horretaz gain, karbono dioxidoa duen atmosfera baduzu, hauts eta ur-lurrunarekin, oraindik eta zailagoa da. Hori dela eta, TESeko taldea gogor aritu da lanean, emisio atmosferikoa eta trans-

misio-ereduak sortzeko. Dagoeneko zerbait aurkitu dute. Alde batetik, ipar-hemisferioko gunee ilunak, itxuraz laba dena, silizean aberatsagoak dira hego-hemisferioko ustezko labazko gunee bano.

“ezagutzen ez dugun naturaz gaindiko prozesuren bat gertatu da Marten, bereizketa geologiko eta kimikora bideratzen gaituena”

Hori oso berri ona da, Lurrean silikatoan hain aberatsa den zerbait plaka tektonikorik gabe lortzea zaila baita, eta froga sendoa daukagu Marten plaka tektonikoak inoiz ez direla egon esateko. Berritua ere, ezagutzen ez dugun naturaz gaindiko prozesuren bat gertatu da Marten, bereizketa geologiko eta kimikora bideratzen gaituen prozesuren bat.

Hematitera etengabe osatzen da Lurrean, itsasontzietan, hoditerietan,



Lomonosov kraterra.

NASA

eta abar. Burdina asko duen edozein materialek denboraren poderioz urarekin eta oxigenoarekin izandako interakzioak sortzen da. Harrigarriena Marten hematitea detektatu dela jakitea da, 300 kilometroko azaleraren baliokidea den obal formako eremua hain zuzen. Zein izan daiteke horren arrazoiak? Laku batetik ote dator?

TESek bi aurkikuntza egin ditu: alde batetik hematitea, horrek hezetasuna behar du osatzeko, eta beste alde batetik, feldespatoa. Azken hori ez litzateke egongo hezetasuna egon balitz. Hori horrela izanagatik, oraindik ere batzuek diote Marten klima bero, hezea egon zela, baina niretzat beste misterio bat da, beste paradigma hautsi bat.

TPR: Deskriba ezazu Marteren etorkizuneko esplorazioari buruz duzun ikuspegia.

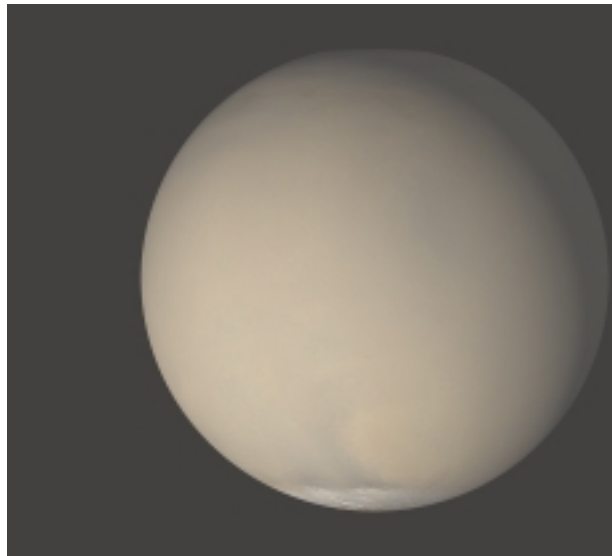
BCM: Marteren esplorazioa Antartikako esplorazio historikoarekin konparatzen dut. Nire ikuspuntutik, Marteren lehen esplorazioa teleskopikoa izan zen, eta hori, Antartikako esperientziarekin konparatuz, egin zitekeen onena zen. Hori da, hain zuzen, James Cook kapitainak egin zuena kontinente izotzia itsasertzetik zeharkatzean eta han lur-masa zegoela ohartzean. Hurrengo



1997an, Mars Pathfinder misioak zeraman ibilgailu esploratzailea.

NASA

Marte, azal osoa area-ekaitz batez estalita.



NASA

fasea *Mariner 4*rekin hasi zen. Esplorazio robotiko oso primitiboaren hasiera izan zen, eta *MGS*ren eta hurrengo hamarkadetako misioen bidez eman zitzaion jarraipena. Hori guztia beste ekintza batzuekin konpara dezakegu: bale-arrantzaleak Antartikako kostara lehenengo aldiz iritsi zirenekoarekin, esaterako, McMurdo estazioan kanpamendu bat eraiki zuten haraino iritsitako lehen gizakiekin, eta hortik barrualdera antolatu ziren espedizioekin. Horiek hasieran ez zuten eremu osoa barneratzen zuen maparik. Estatu Batuek, lehenengo aldiz, Bigarren Mundu Gerraren ondoren lortu zuten, Antartika airez zeharkatzeko eta kontinentea airetik aztertzeko teknologia eskuragarria. Gaur egun, berriz, satellite bidez egiten da.

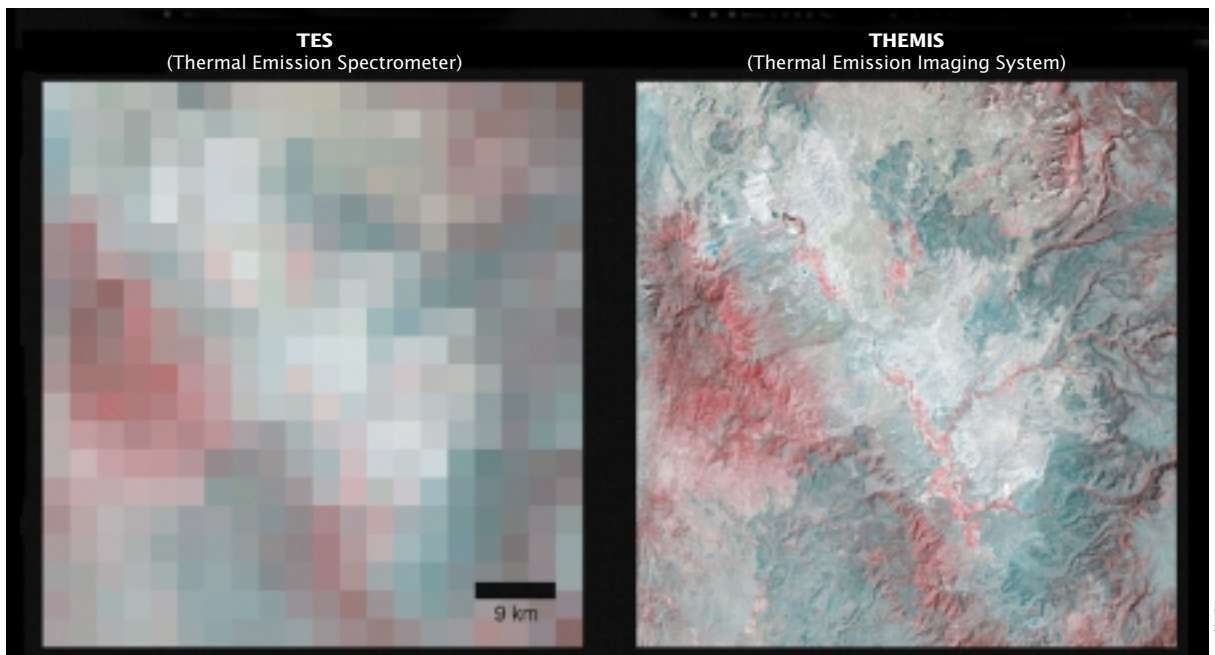
“*esplorazio erreal gehiago egiteak Marterako Aurkikuntza Programa antolatzea esan nahi du*”

Antartikara 1976an iritsi zen lehenengo gizakien okupazioa. Beraz, Antartikaren kasuan, esplorazioek 80-85 urte iraun zuten gizakien okupazioa hasi aurretik. Marteren esplorazioan, berriz, *Mariner 4*rekin kontatzen hasi behar dugu,

1965. urtean, eta ez nintzateke harritu-ko lehen gizakia gutxienez 2030 arte planetaren gainazalera iritsiko ez balitz.

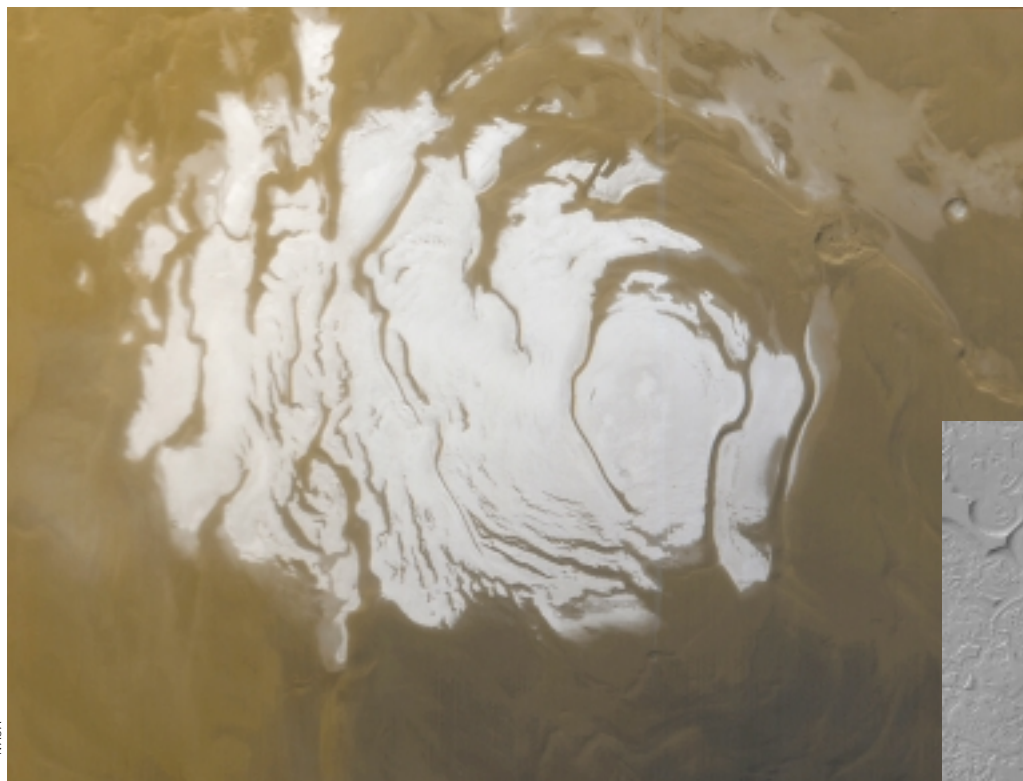
Gaur egun, 2001. urtean, egin dezakegun gauzarik onena esplorazio erreal gehiago egitea da. Horrek, Marteren kasuan, Marterako Aurkikuntza Programa antolatzea esan nahi du. NASAK oraintxe eman du *Scout* deituriko misioaren berri, 2007rako pentsatuta. Dagoeneko 50 bat talde desberdinek aurkeztu dituzte ikerketa-proposamenak, eta, tamalez, horietatik bakarra aukeratu da. Momentuz ez dago beste *Scout* misio baterako ikuspeirik.

Horren guztiaren berri pozgarria da *Mars Polar Lander*-en hutsegitea gertatu zen arte, 1999an, ez zegoela *Scout* misioaren moduko beste esplorazio baterako asmorik. Laginak lortzea eta garapen teknologikoa izan ziren asmo hori aurrera eramatea eragin zutenak. Balantza aldatu egin da orain, nik, hala ere, gehiago aldatuko zela uste nuen. *Scout* misioaren moduko bat egongo zen esperantza nuen jaurtiketa-aukera bakoitzean, hau da, lau urtez behin, zehaztasunik gabe. Oraingoz, ordea, jaurtiketa bakarrenen berri dugu. Momentu honetan bistakoa da *Scout*en inguruan interes zientifikoak eta NASAREN hegaldien erabilgarritasuna ez datozela bat.

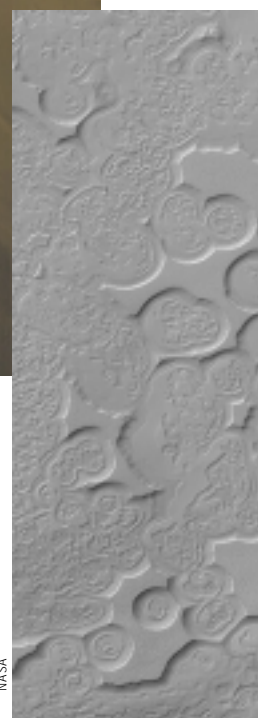


TES-ek hartutako irudiaren aldean bereizmen handiagoa du THEMIS-ek hartutakoak.

NASA



Marteko hego-poloa eta horren azaleko xehetasun bat.



TPR: Gure aurreko zenbakian azaldu genuen Marteko baseen ideia aipatu duzu. Azalduko al diguzu base-programa bati buruz duzun iritzia?

BCM: Marte esploratzeko basea ezartzeko ideiak bi talderen arteko desoreka nolabait berdinduko luke: gizakien misioa nahi dutenen eta esplorazio robotikoa mehatxua dela uste dutenen artekoa. Guk biak behar ditugu: gizakiek egindako esplorazioaren ametsa eta amets horren erakusle praktikoa. Nik ez ditut ikusten espazio-jantziak dituzten gizakiak soka batetik jaisten Marineris bailaran. Gizakien eta makinaren arteko sinbiosia ikusten dut. Base baten planak hori ahalbidetzen du.

Antartikakoarekin pareka daitekeen esplorazio-prozesu batean gaude. Giza faktorea ez da aldatu. Ez dago Ernest Shackleton baino astronauta ausartagorik eta hainbeste baliabide dituenik. Makinak gero eta hobeak dira, bereziki informazio-teknologia. Horrek guztiak ahalegina aurrera eramatea ahalbidetzen du, baina etorkizuneko Marteko esploratzaileek makinekin ondo konpondu beharko dute.

TPR: Beste ezer kontatzeko? Paradigma hautsi gehiago?

BCM: *MGS*ren bidez askoz ere datu gehiago lortu ditugu, hobeak eta inoiz baino tresneria hobearekin, baina are gutxiago dakigu. Nola liteke?

“Marte esploratzeko, gizakien eta makinaren arteko sinbiosia ikusten dut”

Geure ustez, aurrez genuen ezagutza zuzena ez delako. Engainatuta geunden, eta nik daukat horren errua. Ikusi duguna gaizki interpretatzearen prozesuan konspiratzaileetako bat izan naiz. Ez nuen behar bezala ulertu Marteko prozesuen konplexutasuna, zentzu sin-

plistegian ari nintzen pentsatzen. Hala ere, lankide onen artean nengoan.

MGS misio zeharo elegantea da, benetan. Bertatik lortutako datuak, segur aski, datozen 30 urteetarako Marteri buruz edukiko ditugun datuak izango dira. Baina *NASA*ren une honetako programa *MGS*ren aurretik zeuden helburuetan oinarriturik dago.

Esplorazio-prozesuaren hasieran gaude, pentsatzen genuena baino atzertuago, eta horrek esplorazioarekin aurrera jarraitu eta ahalik eta lan gehien egin behar dugula esan nahi du. □