

Astrofisikako katedraduna (EHU)

Agustin Sanchez Lavega: "Urrutira begira, gertukoa hobeto ezagutzeko"

Beñardo Kortabarría Olabarria

Elhuyar

Planeta erraldoiak aztertzen dihardu Agustin Sanchez Lavega astrofisikariaren ikerketa-taldeak. Oraingo Saturnorekin eta Jupiterrekin ari dira lanean; gero, Neptuno eta Uranorekin hasiko dira. Urrutirago begiratzeko saioaren azken helburua eguzki-sistematik haratagoko planetak izango dira, exoplanetak.

EHUn dagokizun irakasgaia Fisika Aplikatua bada ere, aspalditik ari zara Astrofisika gaien inguruan lanean, ikerketa-taldea eratzera ere iritsi zara.

1990. urtetik hona batez ere bi gaitan aritu izan naiz lanean. Horietako bat planetak dira. Poliki-poliki, eta ahalegin handia eginez, unibertsitateak berak ordaindutako ikerketa-taldea eratzea lortu dugu.

Bestalde, beroa denbora batez material nola hedatzen den ikertzen ere aritzen naiz. Gai horrek lotura handia du planeten gaiarekin. Une honetan, adibidez, beroa planeten barruan nola hedatzen den ikertzen ari gara. Gai horiek direla eta, dagoeneko bost doktore-tesi irakurri dira, eta beste hainbeste aterako dira laster.



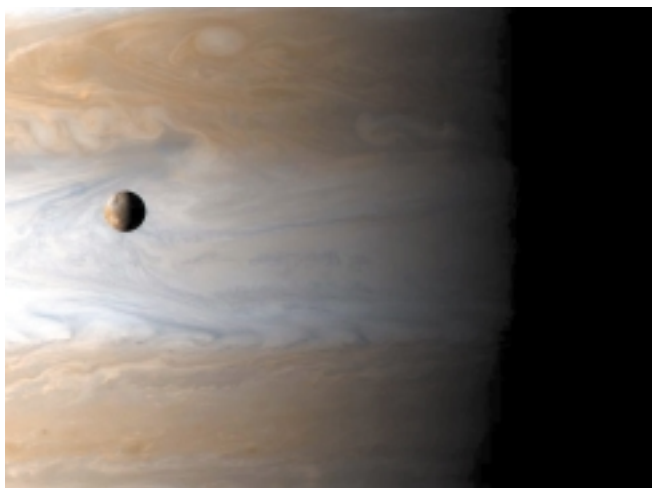
B. KORTABARRIA

Planeta erraldoien atmosferaren dinamikarekin ari dira lanean Sanchez Lavegaren ikerketa-taldekoak.

Zuen lanik nabarmenena 1990. urtean egin zenuten, Saturnoko ekaitzak aztertu zenituzten. *Nature* aldizkariak, artikuluaz gain, azala ere eskaini zizuen.

Planeta erraldoietako atmosferaren dinamikari zientzialariek ez zioten apenas kasurik egiten ordura arte. 1981ean *Voyager* espazio-ontziak planeta horietara hurbildu ziren. Orduan ia ez genekien ezer haiei buruz. *Voyager* espazio-ontziekin informazio ugari lortu zen Saturnon, baina soilik hiru hilabetez.

Informazio hura aztertzeaz gain, teleskopioen bidez lortutako irudiak aztertu genituen urte askotan, eta ekaitz erraldoia aurkitu genuen. Saturno hain aldakorra denez,



Jupiter, aurrean lo —bere ilargia— duela.

Voyager ontziak han izan zirenean ez zuten ekaitzik ikusi, orduan ekaitzik ez zegoelako. Fenomenoa aztertu, eboluzioari begiratu eta fenomenoaren ereduak egin genuen.

“guk denbora luzez ikertu ditugu Saturno eta Jupiter; Voyager ontziek, berriz, hiru hilabeteko behaketa besterik ez zuten egin, gutxiegi hango gorabeherak ulertzeko”

1990. urtean ekaitz erraldoiak ezta egin zuenean, frantziarrek batera sistematikoki jarraitu ahal izan genuen bakarrik izan ginen. *Nature*-n argitaratu genuen lana, eta horrek nazioartean oihartzuna izan zuen.

Zergatik hasi zinen Saturno eta Jupiter ikertzen?

Teleskopioarekin planetak begiratzen hasi nintzenean, gure etxetik pare-parean ikusten zen Jupiter. Jupiterreko bandak ikusi eta zer izango ote ziren galdegiten nion neure buruari. Gaztetatik banuen han ikusten denarekiko jakin-mina.

Zer ikus daiteke?

Jupiterren gauza asko ikusten dira: lainoak, orban gorria, hainbat egitura meteorologiko... Saturnon, aldiz, ez. Eraztunak ikusten dira, baina atzekoak beti zurbil ikusten da.

Astronomian Saturnori buruz idazten denean, orban zuriak aipatzen dira, orban zuri distiratsuak, eta horrek arreta piztu zidan. Liburuak behatu eta behatu hasi nintzen, historian zehar Saturno nola ikusi den jakiteko. Ohartu nintzen orban zuri horiek behin baino gehiagotan agertzen zirela, eta maiztasun jakin batekin agertzen zirela. Saturnoko ekaitz handi baten lehen deskribapena 1876an egin zuen Asaph Hall Estatu Batuetako astronomoak, Marteren bi sateliteak aurkitu zituen gizonak. Garai hartako dibulgazio-komunikabideetan argitaratu zuen ekaitzari buruzko berria, baina, gauza gehiago jakin nahi nuenez, Estatu Batuetako Itsas Behatokira jo nuen, Hall-ek han egin baitzuen lan. Bere eskuizkribuen kopia bidali zidaten eta hortik informazio ugari lortu nuen, Saturnoko ekaitzak nola egituratzen diren jakiteko balio zuen informazioa alegia. Horrela hasi zen ekaitzen kontua.

Lan honen helburua eguraldiari buruzko gorabeherak zehatzago ezagutzeko da. Jupiterreko eta Saturnoren antz handirik. Planeta horietan zer gertatzen den jakiteko balio al du hemengo klima hobeto ezagutzeko?

Astronomiari ez zaio erabilgarritasunik aurkitu behar, historian zehar izan badu ere; nabigatzaileak, adibidez, astronomiaz baliatu izan dira itsasontziak gidatzeko. Literaturak, arteak edo filosofiak zertarako balio duten galdetzen baduzu, erantzuna ezagutza da. Beraz, astronomiak, printzipioz, gizakiaren jakin-mina asetzeko funtzioa betetzen du. Unibertsoaren jatorria, hemendik kanpo bizitza aurkitzeko aukerak... jende guztiak aipatzen dituen gaiak dira.

Horretaz gain, astronomiak alderdi praktikoa ere badu. Astronomiak punta-puntako teknologia erabiltzen du eta teknologia punta-puntan egotera behartzen du, urrutien dauden gauzak eta gauza txikiak begiratu nahi dituelako. Horretarako, teleskopio erraldoi berriak eraikitzen dira, eta erabiltzen den teknologiak, gero, Lurrean aplikazioa izaten du. ➔



Planeta erraldoiak.

Planetetako atmosferaren ikerketarekin antzeko zerbait gertatzen da, jendeak uste du lan horrek ez duela praktikotasunik. Gutxi gorabehera ulertzen dugu Lurreko meteorologiak nola funtzionatzen duen, baina iragarpenak egiteak edo *El Niño* edo ozono-geruzaren zuloa edo negutegi-efektua ondo ezagutzeak arazoak sortzen ditu. Fenomeno horiek beste planeta batzuetan ere gertatzen dira, oso bestelako baldintzak dituzten planetetan. Atmosferaren

Sanchez Lavega

Agustin Sanchez Lavega Bilbon jaio zen 1954. urtean. Gizakia Ilargira iritsi zenean, 1969. urtean, mundu berria ireki zitzaion Agustini. "Niretzat errebelazio moduko bat izan zen —dio berak— unibertsoa ere hor zegoela konturatu nintzen". Dirua aurreztu eta teleskopio txiki bat erostea lortu zuen. Oraindik gordetzen duen teleskopio hartaz baliatuta, planetak ikusi zituen lehenbizikoz. "Marte Lurretik oso gertu zegoen orduan eta harea-ekaitzak jarraitu ahal izan nituen, Marteren aurpegi



B. KORTABARRIA

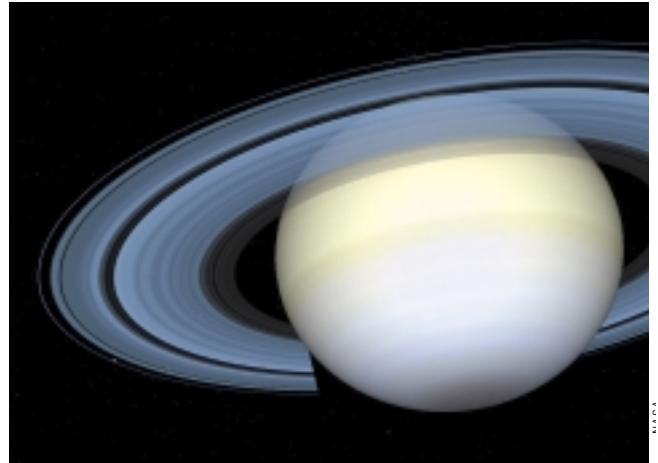
gia ezkutatzeko zuten arte. Jupiter eta Saturno ere ikusi nituen, eta hark guztiak markatu egin ninduen".

Fisika-ikasketak egitea erabaki zuen Agustín Sánchez Lavegak, Astrofisika ikasi nahi zuelako. Ikasketa horiek, Estatuan, Bartzelonan eta Madrilen baino ezin ziren egin, eta "Astronomia oso matematikoak ziren, Astro-

fisika ikasgai modura ia ez baitzen existitzen". 1973an Fisika ikasten hasi zen. Ikasketak bukatu zituenean, Heidelberg-eko Max Planck Astronomia Institutuan beka eskaini zioten. Soldaduska tarteko, beka hartzeko aukera galdu zuen. Soldaduska bukatu eta gero, bekarik ez, baina Max Planck-ekoek Almerian zuten Calar Altoko behategi astronomikoan lanpostua eskaini zioten. 1980an lanean hasi eta zazpi urtez han jardun zuen. Sasoi hartan, Calar Altoko behategi astronomikoa Europako onenetarikoak zen, tresna onenak eta teleskopio onenak zituen.

Sanchez Lavegak aitortzen du Calar Altoko egonaldian asko ikasi zuela, astrofisika han ikasi zuela. Aldi berean doktoretza-tesia egin zuen. 1986. urtean tesia aurkeztu zuen Euskal Herriko Unibertsitatean, Saturnoko atmosferaren dinamika, astrofisikan oinarritutako lehen tesia EHU. Aipamen berezia izan zuen, unibertsitatean ezezik, baita komunikabideetan ere.

Almerian nekatuta —hamabost egun han eta beste hamabost Bilbon egiten baitzuten— Euskal Herriko Unibertsitateara etorri zen, Bilboko Ingeniaritza Eskolan Fisika Aplikatuan tokia egitea lortu baitzuen. 1994an katedra lortu zuen.



Teleskopiotik ikusita, Saturnon guztia lauso ikusten ei da.

dinamikaren jakintzan gertatzen den edozein aurrerape- nek lainoak nola sortzen diren, zein motatako negutegi-efektuak sortzen diren, planeta horietako poloetan zurrumbiloak nola sortzen diren jakiteak lagunduko digu, adibidez, ozono-geruzaren zuloan sekulako eragina duen zurrumbiloa nola sortzen den jakiten. Horrekin guztiarekin ez dugu Lurraren meteorologia erabat ulertuko, ez ditugu iragarpen zehatzagoak egingo hemendik hilabetera, baina hobeto ulertuko dugu Lurreko sistema meteorologikoen nola funtzionatzen duten, eta, gainera, erabat bestelako baldintzetan.

“astronomiak badu alderdi praktiko bat, punta-puntako teknologia erabiltzen baitu, baina ez zaio erabilgarritasun berezirik bilatu behar; jakin-mina asetzea ez bada behintzat”

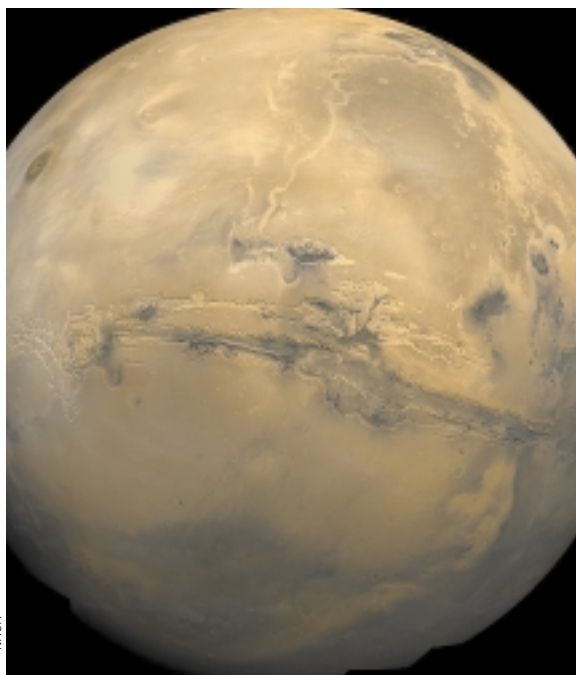
Bestalde, 1995etik badakigu exoplanetak daudela. Eta planeta horiek gehienak Jupiterren antzekoak dira. Beraz, oraingoz planeta horiei buruz dakigun guztia Jupiter ikerzetik jakin dugu. Hori da oinarrian ikerketa-lan honek duen praktikotasuna.

Dena den, horren guztiaren gainetik jakintza bera dago, oinarritzko zientziarik gabe ez baitago zientzia aplikaturik.

Horrelako erantzuna espero nuen, baina, galdera egin dizudanean, ikerketa-lanaz barik, ikerketa egiteko Saturno eta Jupiter aukeratzeaz ari nintzen. Izan ere, beste planeta batzuek horiek baino Lurraren antz handiagoa dute. Hortaz, zergatik Saturno eta Jupiter?

“gizakia Martera bidaltzea gaur egungo ikuspegitik oso lan gaitza da, eta hurrengo urratsa, terraformazioa, zientzia-fikzioaren arloko zerbait da”

Bi planeta-mota daude: telurikoak –nolabaiteko lurzorua dutenak– eta planeta erraldoiak, ezaugarri hori ez dutenak, gasezko esferak. Planeta horiek aukeratzea, gure kasuan, arrazoi historikoen ondorioa izan da. Behatzen hasi eta... “Zer gertatzen da hor?” galdetzen hasia. Ikeritzeko interes handia dago, NASAk berak orain *Cassini* harantz bidali du. Argi dagoenez, jende gehiago ari da bestelako planetak ikertzen, batez ere Marte. Gu planeta



Marten bizirik izan zen ala ez jakiteko esplorazio sistematikoa egin beharko dela dio EHUko katedradunak.



Jupiter gasezko planeta erraldoia.

erraldoiak ikertzen ari gara, ez dakigulako nola funtzionatzen duten eta jakin nahi dugulako; ez dago bestelako arrazoi berezirik.

Marte aipatu duzu. Astronomian ikerketaren izarra da. Hor daude hara joateko planak, terraformazioaren aukerak... posible ikusten al duzu hori guztia?

Oraindik urruti samar geratzen zaigu. Marte oso planeta aldakorra da, eremu batetik bestera alde handiak daude. Marten noizbait bizirik izan zen ala ez jakiteko, esplorazio sistematikoa behar da. Ez da nahikoa toki batera joatea, han lur hartzea eta hura ikertzea, toki askotara joan beharra dago, eta laginak ekarri behar dira. Hori guztia egiteko urte asko beharko dira. Gizakia hara bidaltzea, gaur egungo ikuspegitik, oso lan gaitza da: bidaia garestia da, Marte urrun dago, egoera onenean joan-etorria egiteko bi urte behar dira, osasun- eta elikatze-arazo ugari gainditu behar dira... oso zaila da. Arazo psikologikoak ere hor daude, espazioan bi urte egotea ez baita erraza izango. Jendea 50 urteko epeaz hitz egiten ari da, baina niri azkarregi iruditzen zait. Iristea zaila bada, hurrengo urratsa terraformazioa omen da. Hori, gaur egun, zientzia-fikzioaren arloko zerbait da. Etikoki ez dakit egin beharko genukeen. Espezieak irauteko izan behar badu ez dut gaizki ikusten; teknologikoki, hala ere, ez dut uste gure esku dagoenik.

Jendeak uste du egun osoa ortziari begira ematen duzuela. Zuekin hitz egitera etorri, eta ordenagailuen aurrean lanean ikusten zaituztegu. Nolako da zuen eguneroko lana?

Ordenagailuarekin egiten dugu lan. Teleskopiorik ez daukagunez, datuak eskuratzeko beste iturri batzuk erabiltzen ditugu.

Elkarlan akordioak ditugu, esate baterako, Frantziako Pic du Midi behatokiko arduradunekin. Teleskopio bikaina dute han, metro bateko ispiluduna, eta bere zeregina eguzki-sistema begiratzea da. Hala ere, lan finak egiteko, Kanarietan edo Almerian dauden teleskopioetara jotzen dugu, eta Hubble espazio-teleskopioa ere erabil dezakegu.

“zientziaren ikuspegitik
begiratuta, ikerketan
ari denarentzat
garrantzitsuena
bere arloko punta-
puntako aldizkarian
argitaratzea da”

Horretarako, elkarlanean ari gara Estatu Batuetako ikerketa-talde batekin. Azkenik, espazio-ontzien artxibategiak ere erabil ditzakegu. Horrekin guztiarekin, datu guztiak ordenagailuen bidez azertzen ditugu, eta gero ereduak egiten ditugu. Une honetan Frantziako bi talderekin ditugu lan-akordioak eta beste bost lan- edo ikerketa-akordio Estatu Batuetako taldeekin, tartean NASAko talde batekin.



Hubble teleskopioaren irudiez baliatzen dira ikerketa egiteko.



1991 ko urrian Agustin Sanchez Lavegaren lanak *Nature* aldizkariaren arreta jaso zuen.

***Nature*-n artikulu luze bat argitaratu zenuen, *Science*-n ere argitaratu dituzu pare bat, eta txikiago batzuk aldizkari espezializatuetan. Argitaratzea ezinbestekoa al da?**

Zientzialariak badaki bere arloko aldizkarietan bere lanaren emaitzak argitaratzea ez dela oso zaila, baldin eta ondo egindako lana bada. Baina, futboleko bezala, hemen ere kategoriak daude, erregionaleko taldeak daude, lehen mailakoak eta txapeladunen ligakoak. Zientzian punta-puntan dauden aldizkariak gai askotarikoak dira. Bai *Science* eta bai *Nature* ere norberaren arlotik kanpoko jendearengana iristen dira, eta hortik kanpoko norbaitek norberaren lanaren berri izatea oso garrantzitsua da.

Edozelan ere, zientziaren ikuspegitik begiratuta, ikertzen ari denarentzat garrantzitsuena bere arloko punta-puntako aldizkarian argitaratzea da, lehen mailan zaudela adierazten duelako. Hortik etortzen dira kongresuetarako gonbidapenak, hitzaldiak emateko eskaintzak edo liburuak idazteko proposamenak. Orain Jupiterri buruzko liburu bat idazten ari da planeta hori ikertu duten ikertzaile askoren artean, Jupiterri buruz dagoen informazioa bilduko duen liburu erraldoia. Eta hor, adibidez, guk dinamikari buruzko kapitulua idatzi behar dugu. Horrek esan nahi du lor genezakeen mailarik garaiena lortu dugula, nazioartean gure lanak errekonozimendua baduela esan nahi baitu. Argitaratzea ez da ezinbestekoa, baina garrantzitsua bai.

Askotan saiatu al zara puntako aldizkarietan argitaratzen?

Ez. *Nature*-k azala eman zidanean, ia ez nuen aldizkaria ezagutzen. 90. urtea zen, tesia bukatu eta lau urtera, gazte inozoa besterik ez nintzen. Pentsa zein inozoa nintzen, artikulua bidali bainuen. *Nature*-n artikulua —pare bat edo hiru zenbakiko— eta *letter*-ak —laburrak— argitaratzen dituzte. Artikulua argitaratzeaz gain azala eman ziotela ohartu nintzenez, niretzat ustekabe galanta izan zen.


Gero konturatu nintzen benetan zer den *Nature*-n argitaratzea, *New York Times*-etik, *BBC*-tik eta abarretik deiak jasotzen hasi nintzenean.

***Nature*-n eta *Science*-n argitaratu duzu, komunikabide handietatik deitu dizute, kongresuak, liburuak... eta Euskal Herrian nork ezagutzen du Agustin Sanchez Lavega?**

Nire asmoa ez da ospetsua izatea. Unibertsitate barruan gure taldea ezaguna da eta badu errekonozimendua. Jakina, horretarako, ikerketa-lanaz gain, marketin-lana egin behar da: kongresuetara joan, dibulgazioa egin, hitzaldiak



Exoplanetak izango dira hurrengo ikerketen helburua.

eman... baina nik nire lana egin nahi dut, eta, horretaz gain, nire lanak jendearen arreta pizten badu, hobeto, baina ez da hori helburua. 

Lurretik planeta erraldoietara eta gero galaxiatik kanpora

Sanchez La Vegaren taldeak urte asko daramatza Saturno eta Jupiter hainbat ikuspegitatik ikertzen. Horieta batek bi planeten zirkulazio atmosferikoa azaltzeko helburua du. Une honetan bi teoria daude indarrean: bata dio planetaren barrualdean metatuta dagoen berotasuna poliki-poliki kanporantz barreiatzen ari dela; besteak energia-iturria Eguzkiaren erradiazioa dela, Lurrean bezala. Barne-mekanismoarena egia bada, haizeak denboran egonkorak izan beharko lirarteke, urtaroen aldaketekiko aldagaitzak, eta badirudi kontua hori dela. Dena den, Saturnon, ekuatorean, aldaketak gertatzen dira; hortaz, baliteke eguzki-erradiazioen eragina garrantzizkoa izatea. *Cassini* ontzia Saturnora iritsi baino lehen ikerketa hori argitaratzea espero dute, gero *Cassini*-k baieztatu ahal izan dezan.

Bestalde, fenomeno meteorologikoak azaltzen saiatzen ari dira. Antizikloiak, depresio meteorologikoak, ekaitz konbektiboak, eta atmosferan hedatzen diren uhinak, Lurrean bezala, Jupiter eta Saturnon ere badaude. Taldeak zurrunbiloak ikertu ditu, Jupiterreko orban gorria adibidez. Nola da posible

orban gorria bezalako zurrunbilo erraldoia Jupiterreko atmosfera nahasian eratzeko? Eta nola irauten du desagertu barietik? 300 urte gutxienez badauzka. Lurrean, berriz, antizikloiek eta ekaitz gogorrenek, asko jota, hilabete irauten dute.



Ekaitz konbektiboetan oinarrituta, Jupiterreko eta Saturnoko misterio handietako bati erantzun nahi zaio; hau da, zenbat ur dago? Ura ezin da detektatu, baina uste dute lainoen azpian egon behar duela. Izan ere, ekaitz horiek egituratzeko, nahitaezkoa da erregairen bat egotea, eta ekaitzen lehengairik onena ura da. Horregatik uste dute planeta horietako latitude

batzuetan ur asko egon behar duela.

Uhin-fenomenoak ere aztertutuzte, atmosferan hedatzen diren uhinak, planeta horien meteorologian zer nolako eragina duten jakiteko. Uhin horiek aztertu eta gero ondorioak Lu-

Jupiterreko eremu beroak aztertzen dihardute, *hot spot*-ak. Eremu horiek guztiz desberdinak dira, prozesuak alderantziz gertatzen dira; ekaitza eratzeko aire bero eta umela gorantz joan beharrean horrelakoetan beherantz joaten da. Lurrean ez dago horrelakorik, eta Jupiterren zergatik eratzten diren jakin nahi du Sanchez Lavegaren ikerketa-taldeak.

Ikerketa-lanak Uranorekin eta Neptunorekin jarraituko du. Beste bien ondoan, planeta hotzagoak dira eta lainoak ez dira berdinak, metanoz osatuta daude, ez amoniakoz. Neptunok dinamika atmosferiko oso aberatsa dauka, eta inork ez daki zergatik, Jupiterri baino askoz ere bero gutxiago iristen baitzaio eta beroaren barne-iturria askoz ere ahulagoa baita. Hala ere, fenomenoaren barietatea harrizkeko modukoa da. Aberastasun hori guztia ikertzeko, elkarlan-akordioa sinatu dute Kanarietako Astrofisika Institutuko astronomoekin behaketak egiten hasi daitezela. Bestalde, exoplanetak ikertzen ere hasi dira, poliki-poliki planeta horien ezaugarriak definitu ahal izateko. Hurrengo proiektua horri buruzkoa izango da.

rera ekarrita, jakin daiteke uhinnek hemengo meteorologian zenbateko eragina duten. Adibidez, duela gutxira arte troposfera eta estratosfera ondo bereizita zeudela uste zen, inbertsio termikoaren eraginez; gaur egun, aldiz, jakina da troposferan gertatzen denak eragin izugarria duela estratosferan, eta alderantziz. Antzeko zerbait gertatzen da planeta horietan.