

Astronomoak paradisu bila

Serge Brunier*

AHALIK eta efikaziarik handiena lortzeko, etorkizunean teleskopioek zerurik oskarbienaren beharra izango dute. Ipar hemisferioan, astronomoek ez dute oraingoz Mauna Kea (Hawaiiko sumendirik altuena) baino ezer hoberik aurkitu. Ekuatoreaz behetik, Atacamako basamortuko Cerro Paranal-en, Txilen, instalatuko dute VLT (Very Large Telescope: Oso teleskopio handia) deituriko teleskopio europarra.

Badira ia bederatzi urte Francisco Gomez Cerda eta bere bi umeak, denboralditan, Cerro Paranalen bizitzen jarri zirela. Mendi honek 2.665 m ditu eta Atacamako basamortuaren erdi-erdian kokatua dago Txilen. Beren egitekoa zein zen? Europar behatoki australerako (ESOraiko) bertako ezaugarri meteorologikoak aztertzea, munduko beste hainbat leku idorretan daudenekin konparatzea eta azkenik astronomoei bost urte barru

4.200 m-ra Mauna Keak urtean ia 300 gau oskarbi ditu astronomoentzat. 3.000 m-ra dagoen hodei-multzoak barrera modura jokatzen du kostaldeko herrietako hautsa, hezetasuna eta argi artifiziale pasatzea oztopatuz.

Azken 10 urteotan, CFH teleskopio franko-kanadarra dago bertan. Keck kaliforniarra aurten jarriko da martxan eta urte gutxi barru JNLT japoniarra.

instalatuko den astronomi makina izugarria, lehen esan dugun VLT izenekoa hain zuzen, jartzeko lekua aukeratzen laguntzea. Gomez Cerda familia oso harro dago; astronomo europarrek notizia bikaina iragarri dute: "beren" mendia aukeratu dutela teleskopioa jartzeko, alegia... 1983.az geroztik, Txileko meteorologoek parametro guztiak erregistratzen dituzte, hau da, zeruaren garbitasuna, gau oskarbiak zenbat diren, airearen hezetasuna,

* Elhuyar-en itzulia.

atmosferaren egonkortasuna, etab.; guzti horrek eragina bait du behaketa astronomikoaren kalitatean.

Astronomiaren historian hone-lako kanpainari ez zaio inoiz ekin: Txileko hamarren bat mendi eta beste bat Reunion irlan, etengabe aztertu dira, zeru aproposa aurkitu nahian beti ere. Astronomoak berehala konturatu dira Txilek zituela lekurik onenak. Han instalatu dira jadanik hiru behatoki handi, Cerro Tololo eta Las Campanas amerikarrak eta bereziki ESOn behatoki handia, La Sillan. Hauxe da gaur egun munduko astronomi zentru garrantzitsuenetakoa. VLT beraz, Txilen instalatuko dute. ESoko "politikarien" kontua zen honako erabaki zaila hartzea: La Sillan, Atacamako basamortu ertzean, jadanik azpiegitura izugarria dagoela ikusita (hamabost teleskopio kupula barnean, aireportu bat, 30 km-ko errepidea, benetako "zientzi herria" ehundaka pertsona baino gehiagorentzat, lantegi ultramoder-noak, ordenadore-ekipoa, etab.), VLT bertan instalatzea edo leku hobeaz aurkitu eta berriro ere leku hori hornitzea.

Erabakia hartuta dago. Cerro Paranal, La Sillatik 600 km iparraldera, planetako leku astronomiko onena da: urtean hirurehun eta hogeitamar gauetan zerua oskarbi dago hor!. VLTarekin behaketa-segundo bakoitza 10 libera inguru kostatuko dela jakinik, ulertze-

koa da leku egokia bilatzen europarrak hainbeste zergatik saiatu diren. Zerutik lainorik txikiena pasatzeak 1.000, 10.000 edo 100.000 liberako "galera" zientifikoa eragin dezake!.

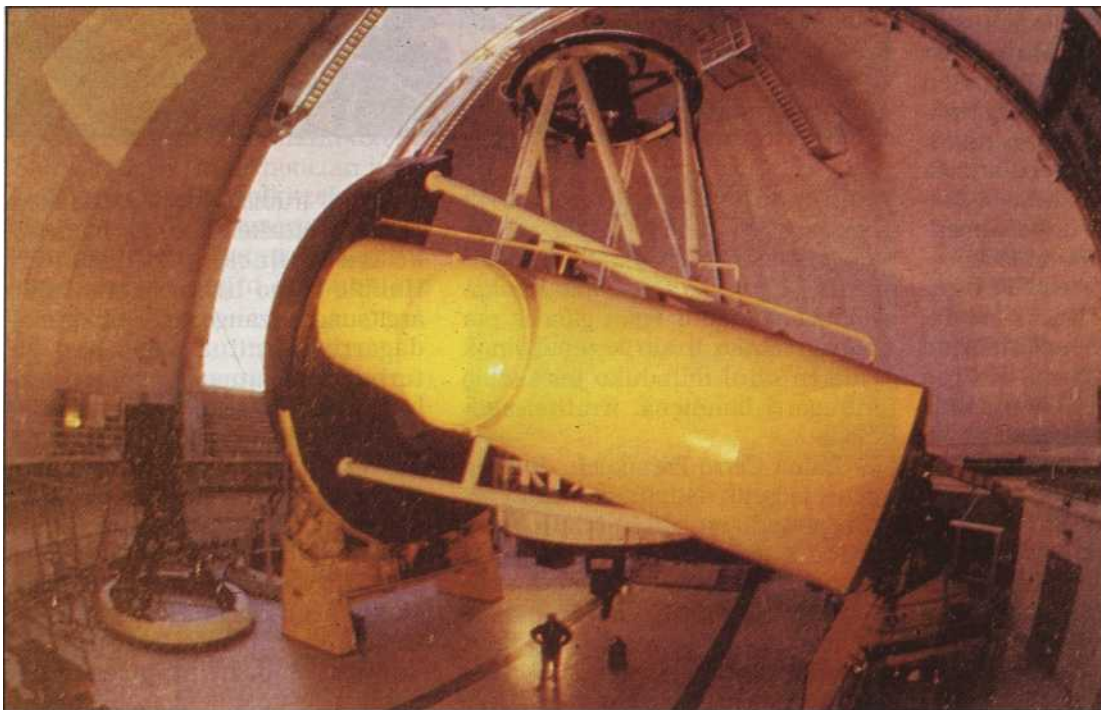
Baina lainoak, hodeiak, euria... zer diren ere ia ez dakite Atacamako basamortuan; planetako lekurik idorrenetakoa bait da. Cerro Paranalen Gomez Cerda familiak honela zioen: "1983.ean hainbat aldiz egin zuen euria eta 1988.ean elurra izan dugu". Paradoxa badirudi ere, gailurretik 15 km-ra meteorologoek Ozeano Bareko kostaldea ia etengabe lainoz estalia ikus dezakete. Baina laino hauek ez dira 1.000 edo 1.500 m-tik gora igotzen. Eguraldi txarreko denboraldiak, "negu boliviari" ari dagozkio eta ekaitza orduan Andeatatik, ekialdetik, dator.

Orain dela hogeitamar urte arte, astronomoak teleskopioak instalatzerakoan ez ziren bertako kalitate meteorologikoaz kezkatzen: munduko teleskopiorik handienak, 70.eko hamarkadara arte, hirietatik hurbil instalatu dira. Niza eta Meudon beraz, bertan joan den mendearen azken aldera eraikitako behatoki handiez harro egon daitezke. Gaur egun bere teleskopio ederrek ez dute ia ezertarako balio.

Lehenengo teleskopio erraldoien egoera are larriagoa da. Kaliforniako Wilson mendian dagoenak mende hasierako astrofisika irauli

zuen: gaur egun itxita dago. Tresna honek ezin izan ditu elektrizitatearen eta gaueko argiztapenaren aurrerakuntzak jasan. "Argi-polu-zio" honekiko oso sentikorra izanik, zerua ikertzeari utzi egin dio. Kaltea: bere 2 m t"erdiko ispilua, munduko hogeitamar teleskopio handienetakoa zen.

Beste erraldoi bat ere -ospe-tsuagoa gainera- kolokan dago: Palomar mendiko bost metroko teleskopio famatua. Hogeigarreneko hamarkadaren bukaeran, diseinatzaileak benetako lekua bilatzen saiatu ziren: 2.000 m-ra, Hego Kalifornian, Palomar mendiak leku aproposa zirudien. Turbulentzia atmosferikoak teleskopioari bere baliabideak erdira murrizten dizkio eta, batez ere, handik berrehun kilometrorra dagoen Los Angeles hiriak bere neonezko zerua argizatzen du, Tresna hau hobeto kokatuta dauden beste batzuek gainditu dute, nahiz eta teorikoki hain potente izan ez. Gaur egun, neurri handi batean satelite meteorologikoen eta zirkulazio atmosferikoa ondo simulatzearen ondorioz, astronomoek oso ondo dakite behatoki handi modernoak instalatzeko lekurik egokienak zeintzuk diren. Ez dira, izan ere, hainbeste: Txileko Atacamako basamortua da, zalantzarik gabe, lekurik onena, baina Kanaria eta Hawaii irlek ere, beren sumendi altuekin, urtean ia hirurehun gau oskarbi izaten dituzte. Altitudeak (2.200etik 4.200 m-ra) ozeanotik

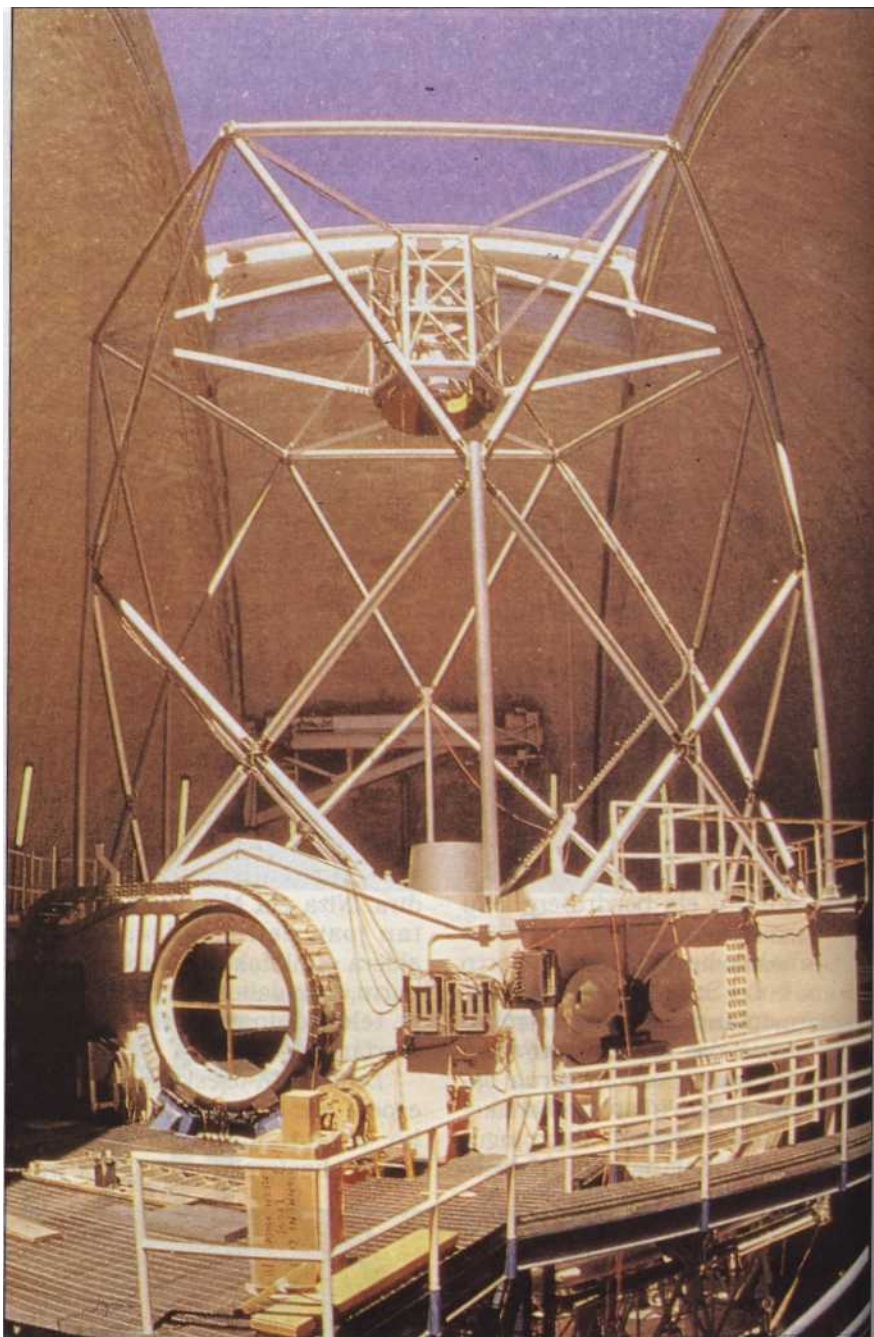


CFH, 3,60 m-ko diametroa duen Hawaiiko teleskopio franko-kanadarra, gaur egun munduko onena da. 27 magnitudeko astroak ikertzeko gai da, hau da, begiak ikus dezakeena baino 250 milioi aldiz distira txikiagokoak.

Mauna Keako Keck teleskopioa, 36 ispilu hexagonalekin 10 m diametroko mosaikoa eratuz, inoiz burutu den tresna optikorik handiena izango da. 1996.ean Keck II, bere bikotekide elektronikoa jarriko da, hau eraikitzea oraintsu erabaki delarik.

datozen lainoetatik babesten ditu. Azkenik, Mendi Harritsuetan, Sobiet Batasuneko Pamir-en eta Txinako Himalaian kontinental deitzen diren basamortu batzuek ere, dudarik gabe, gailur ederrak badituzte 3.000tik 5.000 m-ra. Leku ezezagun bat geratzen da: Antarktika. Mendi handiko kontinente birjin honek (3.000tik 5.000 m-rainokoak ditu) atmosfera erabat lehor eta purua du. Baina pentsa al daiteke -55°-ko "izozkailuan" astronomoak, teleskopio erraldoiak eta ordenadoreak instalatzeaz? Gaur egun, oso lan bereziak egiten dira han, hainbat astetan Eguzkiari etengabe behatzea esaterako.

Astronomoek gura dituzten mendi guztien ezaugarri amankomuna, zibilizazioaren poluzio eta argiztapenetik urrun egotea da, jakina, baina baita beste mendietatik urrun egotea ere. Isolatutako gailurrek, izan ere, atmosfera guztiz egonkor eta purua dute. Ipar hemisferioan astronomo guztien ametsa beren teleskopioak Hawaii-ko Mauna Kea sumendian instalatzea da. 4.200 m-ra, behe-atmosfera-ko hauts eta argietatik babestua dago eta 2.000 m-raino sumendi honen maldak laino-multzo ezalita egoten dira. Urtean ia hirurehun gau oskarbi izanik ez da, izan ere, leku astronomiko txarra! Baina, batez ere, Mauna Kearen ezaugarria airearen egonkortasuna da: teleskopioako irudiak nahasten dituen turbulentzia atmosferikoa han oso baxua da. Mauna Kearen beste abantailetakoa bat: bertako airea lehorra izateak astronomoei izpi infragorriak aztertzeke aukera ematen die. Izpi hauek ur-lurrinak zurgatu egiten ditu eta leku modernoek, beraz, guztiz lehorrak izan behar dute. Mauna Kea gaur egun



munduko teleskopio-kopururik handiena du: hamar metroko teleskopio kaliforniarra -munduko handiena-, 3,6 m-ko teleskopio franko-kanadarra (gaur egun galaxia eta kuasareetako irudirik zehatzenak ematen ditu) munduko teleskopio infragorri handiena, irratiteleskopioak ...

Baina Cerro Paranalak, dudarik gabe, jadanik ustiatutako leku guztiak gainditzen ditu. Mauna Kea baino hobea, gau oskarbien eta egonkortasun atmosferikoa kontutan hartuz, eta hura bezain ona bai behintzat airearen lehortasunari dagokionez. Horrelako lekuan, VLTak edozein espazio-teleskopio

bezalako irudiak edo hobeak atera beharko lituzke!. 8,20 m diametroko lau ispiluekin, VLT izan ere Hubble baino berrogeitamar aldiz argitsuagoa izango da. Optika moldagarritz hornitua dago, hau da, turbulentzia atmosferikoaren arabera deformatzeko gai den optika du. Teleskopio erraldoi europar honek ez du konkurrentziarik izango XXI. mende hasieran. Tresna, mila eta bostehun milioi libera inguru kostatuko da; Hubble baino hamar aldiz gutxiago, alegia! Baina azkar-rago, argitsuago eta zehatzagoa izango da ... baita 1993. urte bukaerako espaziantziaren misio batek teleskopio espazialari ikus-



*2.665 m-ra Cerro
Paranalek urtean 330
gau oskarbi baino
gehiago ditu. Jadanik
hamabosten bat
teleskopio europar
dauden leku honetan
(La Sillatik ez oso
urrun) instalatuko da
1995.etik aurrera VLT
izenekoa.*

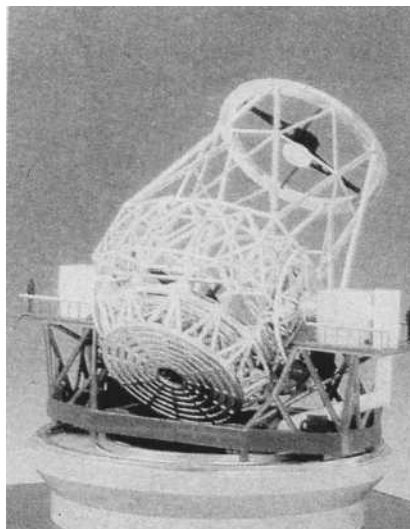
mena itzultzen badio ere. Cerro Paranal eta antzeko lekuak aurkitzea eta optikaren aurrerakuntzak, astronomoak lurrera itzul erazi ditu: ez dute orbitan teleskopio handirik instalatzeko asmorik.

Europarren lana, beren makina erraldoia eraikitzea da. ESOk aurre egin beharreko arazoetako bat, bertan lan handia egitearena da. Lehen-lehenik, Cerro Paranalek, jakina, ez du ez urik eta ez elektrozitatearik. Handik 100 kilometrora dagoen Antofagastatik eraman beharko dira. Berehala, gailurra berdindu egin beharko da bertan VLTa jarri ahal izateko. Berdindu ondoren, Cerro Paranalek hektarea inguruko plataforma izango du, 1995.etik aurrera 8,20 m-ko lehen teleskopioa bertan jartzeko. 2000. urtean, tresna osoa (100 m-ko oinarri handia duen trapezioa eratuz) leku urrutienetako kuasareei behatzen hasiko da. Ez da lekurik geratuko, beraz, han goian beste teleskopiorik instalatzeko! Baina Txileko gailur honetan teleskopio erraldoiak eraikitzeke beste aukerak ez dira horregatik bazter geratuko: Cerro Paranaletik gertu, beste mendi birjin batzuek ere

mendikatea handiaren magalean erakusten dituzte beren gailurrak. Atacama "astronomoen basamortu" bilaka daiteke.

Teleskopio erraldoiak

I 949.ean hasi zen dena, amerikarrek lehen tresna optiko erraldoia (Palomar mendiko teleskopio izugarria) martxan jarri zutenean. Bost metro diametroko ispiluz hornitua dago, 530 tona pisatzen ditu eta hainbat hamarkadatan munduko astronomia menderatu du... SESBk, 1976.ean, kaliforniarrak gaintzea nahi izan zuen, Zelentxuk-en, Kaukason, are tresna handiagoa instalatuz. Bere 25 m-ko luzerarekin, 600 tona mugituz eta 6 m diametroko ispilurekin, "BTA-B6" k ez ditu inoiz bere promesak bete: 1.900 m-ra egonik, bere kokapena ez da oso ona eta bere kamera elektronikoak ez dira oso praktikoak. Etsita,



2000. urtean, hau bezalako, 8,20 m-ko lau teleskopioak VLT izenekoari 16 m-ko diametro birtuala emango diote.

astronomoek ispiluen neurria handiagotzen baino gehiago leku hobeak bilatzen saiatu ziren eta beren ezaugarri optiko eta elektronikoak hobetzen ere bai. Emaitza: azken hamar urte hauetan, CFH teleskopio franko-kanadarrak, 3,60 m diametrokoak, Hawaiiiko Mauna Kea 4.200 m-ra instalatuak magnitudean (astro ikusgarrien disdira-ahultasunean) eta bereizmen espazialean (xehetasun esku-ragarrien zehaztasunean) errekor-rrak ditu. Zifratan emanda: 27 magnitudea (CFHak begi hutsak ikus ditzakeen izar ahulenak baino 250 milioi aldiz ahulagoak ikus ditzake) 0,3"-ko bereizmena (ilargiko 500 m-ko edozein gauza). Txileko La Sillan, New Technology Telescope europarra (Teknologia Berriko Teleskopioa) (3,5 m-koa) emaitza berberak ematen hasi da. Opto-elektronikaren aurrerakuntzek erraldoitasunaren erronkari ekiteko aukera eman die astronomoei: aurten, kaliforniarrek Mauna Kea 10 m-ko diametrodun teleskopioa jarriko dute! Tresnak, ez du 300 m besterik pisatzen eta ispiluz zatikatu "adimentsuz" osatuta dago; kristalezko 36 hexagonoz osatuta. Teleskopio hau, teleskopio erraldoi ultrarinen eta argi ikuskorra eta infragorria aztertzeke gai diren belaunaldikoen aitzindaria da. Proiektuan daudenak: Hawaiiin instalatzekoak Keck II eta JNLT japoniarra, 7,50 m-koa, Atacamako 8 m-ko Magellan amerikarra, Arizonarako 8 m-ko bi diametro dituen Columbus teleskopio-parea, eta batez ere, 2000. urterako VLT europarra: 8.20 m-ko lau teleskopio bateria, 16 m diametrokoa litzatekeen teleskopioa sintetizatzeke gai dena. Etorkizuneko teleskopio guztietan handiena izanik, VLTak ez du konpetentziarik izango ondorengo hainbat hamarkadetan.

E