

Unibertsoa koloretan

Etxebeste Aduriz, Egoitz

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

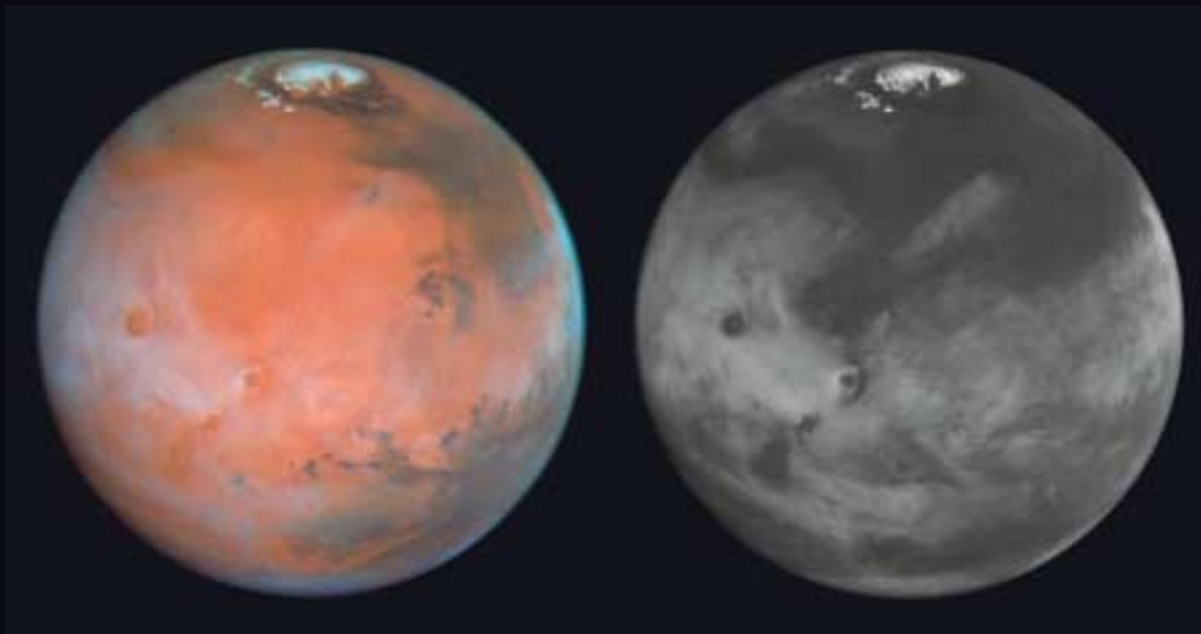
Unibertsoa kolore bizietan ikusten ohituta gaude. Galaxiak, nebulosak eta planetak koloretsu aurkezten dizkigute, teleskopio handien bidez lortutako irudi ikusgarrietan. Agian engainatua sentituko zara, baina jakin ezazu gehienetan faltsuak izaten direla kolore horiek. Ez pentsa, hala ere, astronomia hobeto saltzeko marketin-amarru bat denik (horretan ere laguntzen duen arren). Kolore faltsu horiek ikusezina ikusten laguntzen digute; unibertsoaren sekretuak bistaritzen.

ARGAZKIA: X IZPIAK: NASA/CXC/JHU/D.STRICKLAND;
IKUSGAIA: NASA/ESA/STSCI/AURA/THE HUBBLE HERITAGE TEAM;
INFRAGORRIA: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. OF AZ/C. ENGELBRACHT.

ASTRONOMOEK ATSEGIN DUTE KOLOREEKIN JOLASTEA. Teleskopioen bidez lortutako irudiak manipulatu egiten dituzte, eta irudi txundigarriak erakusten dizkigute gero, kolorez dotore jantziak. Batzuetan saiatsen dira, planetekin batez ere, benetan begi hutsez ikusiko genituz-

direlako hutsean hedatzeko gai diren bakarrak. Gure begiek uhin horietako gutxi batzuk baino ez dituzte detektatzen, argi ikusgaia osatzen dutenak, edo guk ezagutzen ditugun koloreak, hain zuzen ere. Baina baditugu begi ahaltsuagoak ere. *Hubble* teleskopio

pasatzen, eta zuri-beltzeko argazkiak islatzen duena da kolore bakoitzerako zenbat argi edo erradiazio igortzen duen gorputz jakin batek. Gero, kolorezko irudia lortzeko, zuri-beltzeko argazki bakoitzari dagokion kolorea eman, eta hirurak gainjartzen dira.



Marteren “benetako” kolorea

Ezkerreko koloretako argazkiak Marte gutxi gorabehera nola ikusiko genukeen erakusten digu. *Hubble* espazio-teleskopioak argi gorrian (673 nm), berdean (502 nm) eta urdinean (410 nm) ateratako hiru argazkirekin egindako konposizioa da. Eskuinean, urdinean ateratakoa ikus daiteke: hodeien egitura nabarmentzen du, eguraldia iragartzeko erabiltzen diren Lurraren satelite-irudietan gertatzen den modu berean.

ARGAZKIA: PHIL JAMES (UNIV. TOLEDO), TODD CLANCY (SPACE SCIENCE INST., BOULDER, CO), STEVE LEE (UNIV. COLORADO), & NASA.

keen moduan erakusten; baina, beste askotan, guztiz faltsuak izaten dira koloreztapenak. Edozein modutan ere, ia beti izaten dira artifizialki koloreztatutako irudiak.

Baina, egia esan, koloreena ez da jolas bat. Aitzitik, koloreak oso tresna balioetsua dira astronomoentzat. Beste modu batera ikusterik izango ez genukeen hori ikusten laguntzen dute, edo bertan egongo bagina nola ikusiko genukeen jakiten, gutxi gorabehera bada ere.

Unibertsoetik uhin elektromagnetiko moduan etortzen zaigu informazio gehiena; besteak beste, uhin horiek

entzutetsuak guk baino askoz “kolore” gehiago ikusten ditu, tartean baita guk ikusten ditugunak ere. Hala ere, *Hubblek* zuri-beltzean ateratzen ditu argazkiak; eta, gero, astronomo margolariek ematen diete kolorea argazki horiei.

Benetako kolorea

Gure begiek ikusiko luketena imitatzeko, zuri-beltzean ateratako hiru argazkitatik abiatzen dira. Argazki horiek filtroekin ateratakoak izaten dira, kasu honetan filtro gorriarekin, berdearekin eta urdinarekin. Filtro bakoitzak dagokion koloreari bakarrik uzten dio

Horrela lortutako irudiei “benetako kolorea” edo “kolore naturala” etiketa jartzen zaie askotan; zuhurrenek nahiago dute “gutxi gorabeherako benetako kolorea” erabili. Argazki-kamera digital batek automatikoki egiten duen prozesuaren antzekoa da. Baina, *Hubblek* ia 40 filtro ditu, eta, argi ikusgaiaz gain, ultramorea eta infragorria ere ikusteko gai da; hori bai, betiere zuri-beltzean. Hala, *Hubblek* argazki-kamera arrunt batek baino askoz argazki-mota gehiago atera ditzake. Erabiltzen diren filtroen arabera, eta gero argazki bakoitzari ematen zaion kolorearen arabera, azken emaitza errealitatetik hurbilago edo urrunago egongo da.



Eraztun apalak

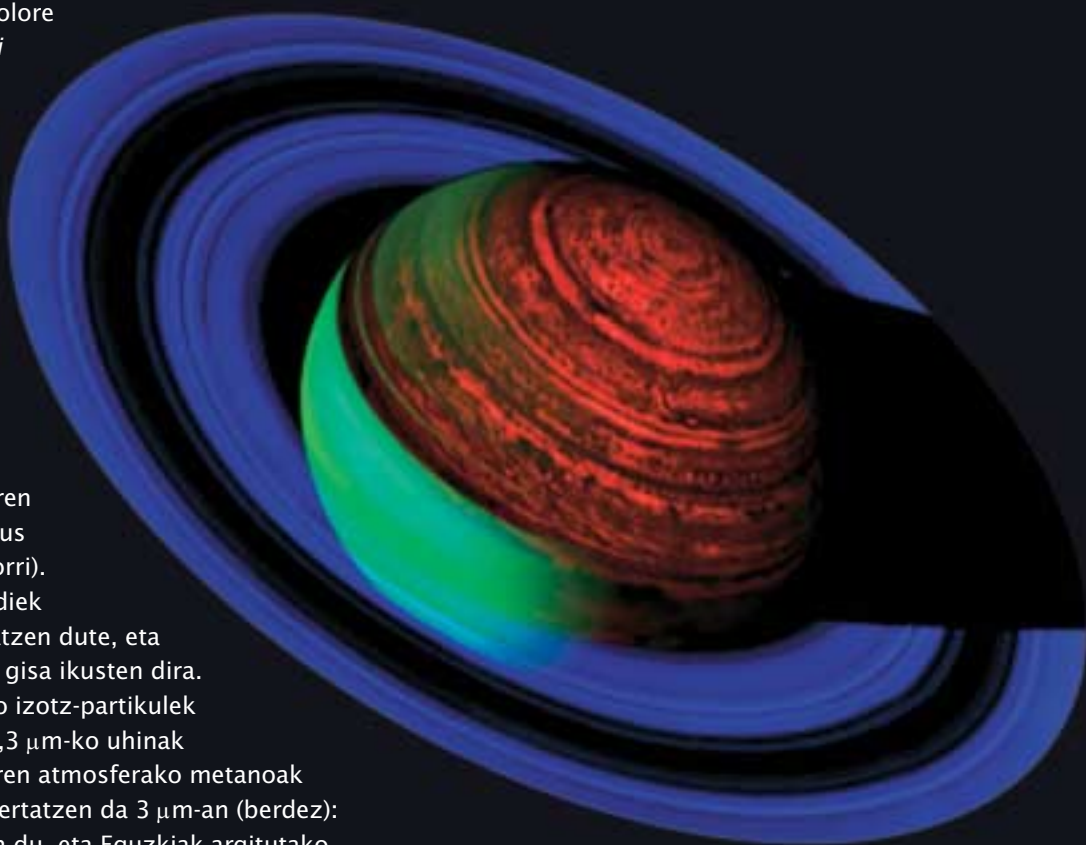
Irudi askotan kontrakoa ikusten bada ere, Saturnoren eraztunak apalak dira kolorez. Hau da *Cassini* zundak gorrian, berdean eta urdinean ateratako argazkiekin egindako muntaia.

ARGAZKIA: NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE/GREGG GEIST

Saturno kolore bizietan

Saturnora joango bagina, sekula ez genituzke kolore hauek ikusiko. *Cassini* zundak infragorriaren eremuko hiru uhin-luzeratan ateratako argazkiekin egina dago kolore faltsuko irudi hau: 2,3, 3 eta 5,1 mikrometroko uhin-luzerei, kolore urdina, berdea eta gorria eman zaizkie, hurrenez hurren. Gauaren aldean (eskuinekoa), Saturnoren erradiazio termikoa ikus daiteke, 5,1 μm -an (gorri). Atmosferako hodei lodiek erradiazio hori oztopatzen dute, eta banda edo orbain ilun gisa ikusten dira. Bestalde, eraztunetako izotz-partikulek islatu egiten dituzte 2,3 μm -ko uhinak (urdinez), eta Saturnoren atmosferako metanoak xurgatu. Kontrakoa gertatzen da 3 μm -an (berdez): izotzak xurgatu egiten du, eta Eguzkiak argitutako planetaren aldeak islatu.

ARGAZKIA: NASA/JPL/UNIVERSITY OF ARIZONA





Sorkuntzaren mendiak

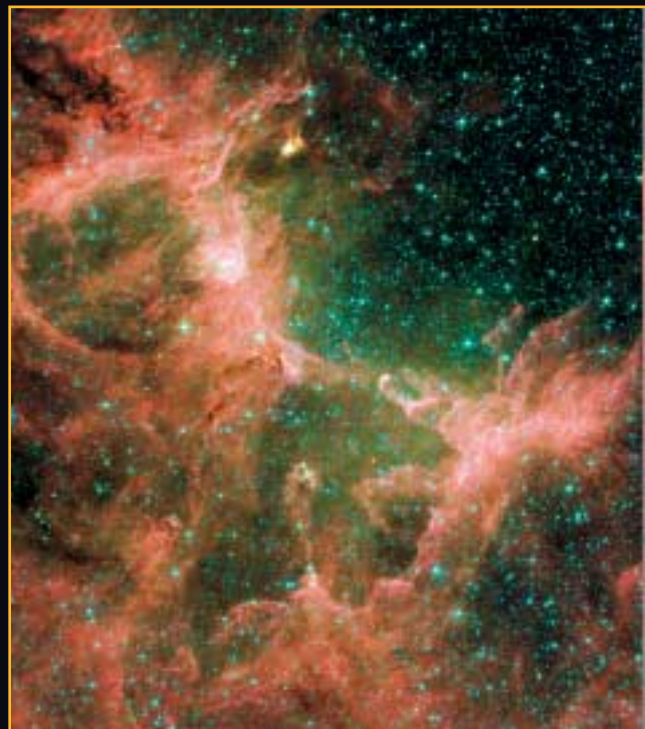
Argi infragorrian, ikusgai (koadroan) ikusezina dena ikus daiteke. Batetik, hautsa askoz nabarmenagoa da, baina, gainera, ikusgai hautsak estaltzen zituen izar berriak eta izar-sorkuntzako guneak (zuri-hori) ere ikusi egiten dira infragorrian; izan ere, argi ikusgaiak ez bezala, infragorriak zeharkatu egiten du hautsa. Lau uhin-luzeratan ateratako argazkiekin egin dago irudia: 3,6 μm (urdin), 4,5 μm (berde), 5,8 μm (laranja), eta 8,0 μm (gorri).

ARGAZKIA: NASA/JPL-CALTECH/L. ALLEN (HARVARD-SMITHSONIAN CFA)

Eagle nebulosaren hiru ikuspuntu

Hiru argazki hauek *Spitzer*-ek infragorriko hainbat uhin-luzeratan ateratako argazkiekin eginak dira. Lehenengoan, izar ugari eta hautsezko egiturak ongi ikus daitezke. Bigarrena heriotza baten erretratua da: bortizki lehertutako izar batek inguruko hautsa nola berotu duen ikusten da. Eta hirugarrenak ezta berotutako hautsaren (berde) eta hautsezko hodei izar-sortzaile hotzagoen (gorri, urdin, more) arteko kontrastea nabarmentzen du.

ARGAZKIA: NASA/JPL-CALTECH/N. FLAGEY (IAS/SSC) & A. NORIEGA-CRESPO (SSC/CALTECH)



Joko handia ematen du horrek. Esaterako, eta argi ikusgaiaren espektroan jarraituz, nebulosa bateko gasen artean, oxigeno-atomoek, hidrogeno-atomoek eta nitrogeno-ioiek uhin-luzera desberdinetan igortzen dute argia. Elementu bakoitzak bere uhin-luzera zehatza du, baina, kasu honetan, hirurak sartzen dira kolore gorriaren eremuan. Guk ezingo genituzke bereizi: dena gorri ikusiko genuke. Baina uhin-luzera zehatz horietako bakoitzarentzat filtro bat erabiliz argazkiak atera, eta gero bakoitzari kolore bat ematen badiogu –hidrogenoari gorria, oxigenoari urdina eta nitrogenoari berdea, adibidez–, lortutako irudiak askoz informazio gehiago emango digu.

Ikusezina koloretan

Bestalde, unibertsoak bidaltzen dizkigun mezu ugari guretzat ikusezinak diren uhin-luzeratan iristen zaizkigu. Horiek kontuan hartuko ez bagenu, gorputz astronomiko asko ez genituzke ezagutu ere egingo, haiek igorritako erradiazioa X izpi, infragorri, ultramore, irrati-uhin edo mikrouhin moduan iristen baitzaigu Lurrera.

Unibertsoaren sekretuak ezagutzeko, ezinbestekoa da erradiazio horiek guz-

tiak ikusiko dituzten begiak izatea. Infragorri hurbileko erradiazioa, esaterako, ez da argi ikusgaia bezain azkar iraingitzen, eta, horri esker, posible da izarrarteko hautsak ilundutako eremuak ikustea, hala nola nebulosetako alderik dentsoenak eta galaxien erdiguneak. Infragorri hurbila detektatzen duten bi teleskopioekin arakatu zuten zerua 2MASS proiektuan: 1997-2001 bitartean, milioi eta erdi galaxia detektatu zituzten, erdiak lehendik katalogatu gabek.

“unibertsoak bidaltzen dizkigun mezu ugari guretzat ikusezinak diren koloretan iristen zaizkigu”

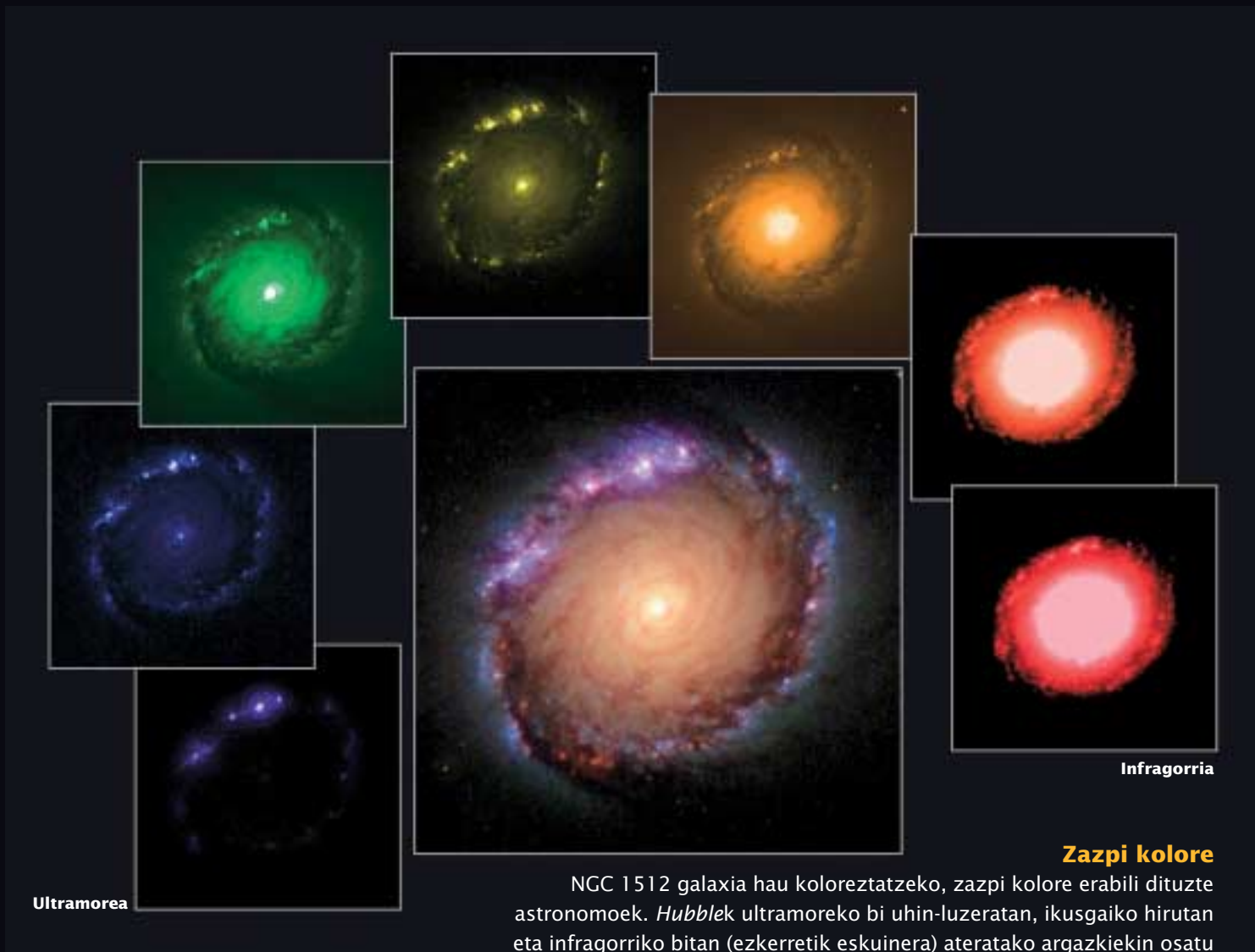
Hurbilen dauden galaxiak argi ikusgaiaren ere ikusten dira, baina, beste begi batzuekin begiratuta, askoz gehiago jakin daiteke haiei buruz. Argi ultramorean, izar-sorkuntzako guneek eta izar gazteek egiten dute argi; infragorrian, berriz, izarrarteko hautsa eta gasa ikuskor bihurtzen dira; irrati-uhin-

nen bidez molekulak detekta daitezke, besteak beste H₂, CO eta NH₃; eta, X izpiei kasu egiten badiogu, galaxiaren energia handieneko guneak ikus ditzakegu. Hala, horien guztien konbinazioa ezinbestekoa da galaxia batean zer gertatzen den, nola eboluzionatzen duen eta ingurunearekin zer harreman duen jakiteko.

Horietako erradiazio batzuk, hala nola ultramore, infragorri urruna eta X izpiak, ez dira lurrazaleraino iristen. Horregatik, haiek ikusteko derrigorrezkoa da begiak espaziora ateratzea. Infragorri urrunarekin, ikusgaiaren erabat opakoak diren guneetan sar gaitzke. Uhin-luzera horretan egindako aurkikuntza gehienak aurreko mendearen amaieran egin ziren: IRAS sateliteak 350.000 objektu astronomiko berri aurkitu zituen. Bestalde, 2003az geroztik, uhin-luzera horretan ikusten duen beste begi bat dago espazioan: *Spitzer* teleskopioa. Harekin hartu dira azken urteotako irudirik harrigarrienetako batzuk.

Ikusgaia alde batera utzita, gainerako erradiazioak ikusi ezin ditugunez, ezinbestekoa da, berriz ere, astronomo margolarien lana. Uhin bakar bat aztertu nahiko bagenu, nahikoa





Ultramorea

Infragorria

Zazpi kolore

NGC 1512 galaxia hau koloreztatzeko, zazpi kolore erabili dituzte astronomoek. *Hubble*k ultramoreko bi uhin-luzeratan, ikusgaiko hirutan eta infragorriko bitan (ezkerretik eskuinera) ateratako argazkiekin osatu dute erdiko irudia. Kolore horiek aukeratu dituzte galaxiaren kanpoaldeko izar gazteen taldeak nabarmentzeko.

ARGAZKIA: NASA, ESA, DAN MAOZ (TEL-AVIV UNIVERSITY, ISRAEL, AND COLUMBIA UNIVERSITY, USA)

litzateke, agian, teleskopioak hartutako zuri-beltzeko irudia; baina gure begiek gris-eskalan baino xehetasun handiagoz ikusten dute koloretan. Uhin-luzera bat baino gehiago begiratu bakarrean ikusteko, berriz, ordainezina da koloreen laguntza.

Sarrerako argazkian, esaterako, M 82 galaxia ikus daiteke, hainbat uhin-luzeratan. Ikusgai (hori-berde) galaxia espiral baten diskoa ikus daiteke; igortzen duen gas ionizatu beroak (laranja) erakusten du haize galaktiko bortitzak daudela, galaxiaren erdiguneko izar-sorkuntzak eraginak; infragorri urrunean (gorri), gasaz gain hautsa ere igortzen duela ikus daiteke; eta materialaren arteko talkek milioika gradura berotzen duten gasak X izpiak igortzen ditu (urdin).

Kolore-jolasa

Margolariak askatasuna dute uhin-luzera bakoitzari nahi duten kolorea emateko. Oro har, helburua izaten da kontrastea eta ikusgarritasuna ahalik eta handienak izatea; eta horretan, astronomoen arteak ere zeresan handia izango du, seguruenik. Hala ere, gorputz batzuentzat kolore-kode bera erabiltzen da askotan, eta beste kolore batzuekin jantziz gero, arraroak egiten zaizkigu.

Edonola ere, kasu horietan bai, koloreak guztiz faltsuak dira, asmazio hutsa. Horregatik, "kolore faltsu" etiketa maiz ikusiko dugu horrelako argazkietan. Baina hori gabe ezingo genuke ikusi zerez eginak dauden planetak, nebulosak eta galaxiak, edo zein den haien temperatura, eta abar.

Benetako kolorearen izenean datozenak ere hurbilpen hutsak izaten dira. Baina, zer da benetako kolorea? Lurrean ere etengabe aldatzen dira koloreak, lainotuta edo oskarbi dagoen, eguzkia gorago edo beherago, edo atmosferan hauts gehiago edo gutxiago... eta denak dira benetakoak. Argazkiei dagokienez ere, sekula ez dira izango % 100 errealitatearen isla: argazki-kamera bakoitzak bere modura ateratzen ditu koloreak, eta argazki horiek pantaila batean ikusten baditugu, haren konfigurazioaren arabera ere aldatu egiten dira koloreak.

Unibertsoaren kasuan, kolore asko faltsuak dira, eta beste asko hurbilketak baino ez. Beraz, benetan errealitatea nolakoa den jakin nahi baduzu, unibertsoa joan eta zure begiez begiratu beste erremediorik ez duzu izango. ☐

X izpiak Katu-begian

Katu-begi nebulosari *Chandra* behatokiak X izpitan ateratako argazkia (urdinez) eta *Hubble* ikusgaian ateratakoa (gorriz eta morez) elkartuta daude irudi honetan. X izpiek (urdinez) erakusten dute nebulosaren erdiko izarra milioika gradura dagoen gasez inguraturik dagoela.

ARGAZKIA: X IZPIAK: NASA/CXC/SAO;
IKUSGAIA: NASA/STSCI.

