

Dosierra



XIV. CAF-Elhuyar sariak

Zientzia-dibulgazioaren sariak. D:02

Metafisikaren historia zientifikoa. D:04

Bi hitz sarituekin. D:06

**1. saria. Etxetresnek gustukoago dute
jazza jotzea sinfonia jotzea baino.** D:08

2. saria. Ilargiaren alde ezkutua. D:14

3. saria. Egur hila, erreka bizia. D:20

**Gazteenentzako saria. Ordenagailu bidezko
diagnosia: ordenagailuak mediku?** D:26



CAF-Elhuyar sarien XIV. edizioak gauza bitxiak ekarri dizkigu, inondik ere: jazza egiten duten etxetresna elektrikoak, ilargiaren ezkutuko aldea, bizia ematen duen egur hila eta ordenagailuak mediku-lanetan, besteak beste. Metafisikaren historia zientifikoa edo zientziaren historia metafisikoa (nondik begiratzen zaion) ere bai, liburu-itxura hartzeko asmoz. Eta hori guztia ez da fikzioa, dibulgazioa baizik. Dosier honetan aurkituko duzu dena.

Zientzia-dibulgazioaren sariak

Etxebeste Aduriz, Egoitz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



POLY FOTOGRAFOS

Otsailaren ezohiko 29. egun horretan banatu ziren XIV. CAF-Elhuyar sariak, Elhuyar Fundazioaren Usurbilgo egoitzan. Aurten, bi urtetik behin egin ohi denez, dibulgazio-artikuluak saritzeaz gain, liburu bat idazteko proiektu bati beka bat eman diote. Eta, bide batez, duela bi urteko beka irabazi zuen liburuaren aurkezpena ere egin zen ekitaldian.

Idaztea gustuko duen eta zientzia-gaiak interesatzen zaizkion edonori egiten diote gonbita urtero CAF enpresak eta Elhuyar Fundazioak dibulgazio-artikuluak edo liburuak euskaraz idazteko eta sariketa hone-tan parte hartzeko. Aurten, medikuntza nagusi izan da

aurkeztu diren artikuluak eta liburu-proiektuen artean. Izan ere, lanen erdiak gai horri buruzkoak izan dira. Baina beste gai asko ere jorratu dituzte gainerako lanetan. Epaimahaiaren hitzetan, “lan gehienetan, maila ona edo oso ona ikusi da”.

Artikuluak

Dibulgazio-artikuluetan irabazlea Aitor Urbieta Arretxe debarra izan da, “Etxetresnek nahiago dute jazza jotzea sinfonia jotzea baino” lanarekin. Egileak ingurune adimendunen munduan murgilarazten gaitu, eguneroko bizitzan etxe adimendun batek zer abantaila ekarriko lizkigukeen azalduz. Izan ere, elkarren artean koordinatuta eta batzuk besteekin komunikatuta, gure eguneroko nahiak eta beharrak era automatikoan beteko lituzkete, ez lukete zuzendaririk behar, eta, jazzlarien gisa, egoeraren arabera inprobisatuko lukete, erantzun on bat emateko. Epaimahaiaren esanean, “artikulu biribil honetan, egileak amets horren atarian gaudela erakusten digu, era sinple batez eta, aldi berean, sakontasun osoz”.

Jazz doinuak ez leudeke gaizki bigarren saridunak erakusten digun paisaia ezkutua musikatzeko. “Ilargiaren alde ezkutua” lanarekin irabazi du Jon Azkarraga Aretxabala fisikariak bigarren saria. Ilargiaren eta Lurraren arteko harremanaren ezaugarriak eta berezitasunak aurkituko ditugu artikulu honetan, eta, besteak beste, ilargiaren alde bat zergatik dagoen beti ezkutuan ikusiko dugu. Zientzialarientzat oraindik ezkutuan dagoen ilargiaren jatorriari buruz ere hitz egiten du egileak. “Ilargiaren eta Lurraren arteko lege fisikoak erraz adierazten ditu” nabarmendu zuen epaimahaiak eta “ongi uztartzen ditu zientzia-ezagutzak eta amandre eder horrek gizakioi sorrarazten digun amets-gogoia”.

● Javier Navarro ● Los Arcos-ek metafisikaren historiaren hariari tira egingo dio bere liburuan.

Eta ilargira ez, errekan behera joan da hirugarren saria, Lide Aristegi Urkia biologoaren eskuetara. “Egur hila, erreka bizia” izeneko artikuluan, erreketako egur hilak duen garrantzi ekologikoaz hitz egiten digu Aristegik. Izan ere, epaimahaiak azaldu zuen bezala “egur hilaren inguruan, bizia loratzen da”. Lan



Begoña Arratek bere liburua aurkeztu zuen.



Aitor Urbieto, saria eskuetan, eta hiru epaimahaikiderekin: Koldo Nuñez, Mikel Alvarez eta Joseba Etxebarria. Epaimahaikideetako bi ez dira ageri argazkian, Cristina Alberdi eta Enrique Ortega.

hau erraz irakurtzeko modukoa dela ere argi utzi zuen epaimahaiak: “harriduraren ildotik, arrapalada batean irakurriko dugu, idazkera zehatz eta egokia baitu”.

Azkenik, 25 urtetik beherako gazteentzako sari berezia Xabier Artaetxebarria Artieda donostiarrak irabazi zuen “Ordenagailu bidezko diagnosis: ordenagailuak mediku?” lanarekin. Epaimahaiaren esanean, “artikulu honetan, idazleak, oso era egokian, gertu dagoen etorkizun zirrargarri batera eramaten gaitu”.

Liburuak

Dibulgazio-liburuaren saria Javier Navarro Los Arcos iruindarrak irabazi du *Fisika eta Metafisika* proiektuarekin. Historian zehar zientzialariek eraiki dituzten galderak eta erantzunak josi nahi ditu Navarrok, ekintza pertsonalen balioa erakutsiz, eta muga psikologiko, sozial eta historikoak kontuan hartuz; eta, metafisikaren hari jarraitua azaldu, Babiloniatik Einsteinenganaino, Aristotelesengandik elektroietaraino eta hutsaren ideiatik infinituraino.

Hutsean gelditu ez dena duela bi urteko beka irabazi zuen Begoña Arrate Larrañagaren *Biziaren sarea ebuntzen* proiektua izan da. Jada ikusi du argia, izenburu bereko liburu bihurturik, eta ekitaldian aurkeztu zuen Arratek berak. Idazlearen iritziz, eta zenbait zientzialariren postulatuei so eginez, XXI. mendea sareen mendea izango da, eta natura sareen zientziaren bidez aztertzeak aurrerapauso nabarmenak ematea ahalbidetuko dio gizakiari. Horrenbestez, liburuaren helburuak dira ideia horren inguruko eztabaida filosofiko-zientifikoak zertan dautzan azaltzea eta irakurleei biziaren sarea nolakoa den imajinatzen laguntzea. ▣

Metafisikaren historia zientifikoa

Etxebeste Aduriz, Egoitz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Javier Navarro Los Arcos iruindarrak Fisika eta Metafisika proiektua aurkeztu zuen CAF-Elhuyar sarietara, eta baita irabazi ere. Proiektu horren nondik norakoak egilearen ahotik jakiteko aukera izan dugu.

Historian zeharreko bidaia bat proposatzen diguzu zure proiektuan. Zein da bidaia horren helburua?

Helburua metafisikaren ingurukoa izango litzateke. Metafisika hitzaren barruan gauza asko sar daitezke, eta, nire proposamenean, metafisikak historian zehar izan duen esanahia aztertzen dut. Liburua lau kapituluatan banatuta dago, historiako lau garai ukitzen dira kapitulu bakoitzean, eta, garai bakoitzean, metafisika desberdin bat azaltzen dut. Horrela, metafisikaren ikuspuntu dinamikoa, ebolutiboa eta historikoa ematen dut.

Fisika eta Metafisika uztartu dituzu proiektuaren izenburuan. Zein da bien arteko harremana?

Metafisika ezezagunaren barruan sartzeko saiakera bat dat, saiakera intelektuala eta zientifikoa; eta, metafisikaren oinarrian zientzia ez badago, orduan ez da metafisika. Metafisikaren oinarrian beti fisikak egon behar du, eta, dudarik gabe, matematikak. Beraz, metafisikaren eta fisikaren arteko erlazioa senideena da, senideak dira.



POLY FOTOGRAFOS

Fisikak ez ezik, matematikak ere izango du lekua, orduan, liburuan.

Bai, bai, zientzia guztietan bezala. Proiektu batek, azalpen batek, kosmologia batek edo metafisika batek, oinarri zientifikoa izateko, oinarri matematikoa eduki behar dute. Oinarri matematikoarekin metodo zientifikoaren ontasun guztiak agerian jartzen dira, ezagutzen denaren erabateko azalpena lortzen da eta aurreikusteko ahalmena irabazten da. Matematika beharrezkoa da, zientzia matematikarekin egiten delako.

Lau garai historikotan oinarrituko zarela aipatu duzu. Zer garai dira horiek?

Lehendabizikoa garai aurrezientifikoa izango litzateke, eta, gutxi gorabehera, Galileorenganainoko garaia hartuko luke. Nire ustez, esan daiteke Galileorekin jaio zela fisika.

Bigarren kapitulua Galileorentzat izango da. Eta hirugarrena Newton-ek merezi zuen, dudarik gabe, eta hari eskainita dago. Azkenik, XIX. mendean metafisika eta, oro har, zientzia egiten aritu ziren zientzialari guztiei eskainia dago laugarren kapitulua. Zientzialari haiek Newtonen aurkako korrontea eratu zuten, eta, dudarik gabe, Newtonek adina merezi dute leku bat nire liburuan.

Garai bakoitzean, alderdi zientifikoez gain, bestelako alderdiak ere azalduko ditut, oso garbi ikus dadin zientzialari bakoitzaren pentsamoldean nolako aurreiritziek eragiten zuten, eta gertaera historikoez, politikoez eta egoera ekonomikoez ere nola eragiten zuten.

● **Metafisikaren** ● **oinarrian zientzia ez badago, orduan ez da metafisika; oinarrian beti fisikak egon behar du, eta, dudarik gabe, matematikak.**

Galileo eta Newton ez daude hain urrun denboran. Asko aldatu zen ikuspuntu filosofikoa?

Bai. Galileorekin, zientziaren, metafisikaren eta kosmologiaren barruan lehen apustu serioak egin ziren. Baina Galileoren baitan aurreiritzi asko zeuden, erlijio-aurreiritziak. Esaterako, garai aurrezientifikoetako mundu bikoitzaren ideia: mundu lurterra eta zerutarra. Newtonek hori guztia apurtu egin zuen, zapaldu egin zuen. Newtonekin, lehen aldiz, mundu lurterra eta zerutarra batuta gelditu ziren. Ia-ia etxetik atera gabe, lortu zuen bi munduetarako azalpen bakarra ematea. Eta, horrekin, gizakion eskura gelditu zen mundu osoaren azalpena. Newtonetik aurrera gizakiak lortu du bere ezagupenean izugarriko konfiantza izatea. Newtonetik aurrera, posible da den-dena ulertzea, edo denaren zati handi bat behintzat bai.

Gero, XIX. mendea, Newtonen aurkako garaia.

Bai, Newton jenio aparta izan zen, eta hura bezalakorik ez da gehiago izan, segur aski. Bueno, agian, batzuek pentsatuko dute Newton eta Einstein pare-



Duela bi urteko saria irabazi zuen Begoña Arrateren eskutik jaso zituen Navarrok 5.000 €-ko beka eta Andonegiren eskultura.

koak direla. Dena dela, Newton aparteko jenioa izan zela dudarik ez dago. Baina, Newtonek ere bere aurreiritziak izan zituen, eta oso gogorrak.

Newtonen teoriak 150 bat urte iraun zuen, eta hurrengo belaunaldiek kolokan jarri zituzten. Haien argumentuak oso serioak izan ziren, eta oso arrazoizkoak. Eta gauza askotan garbi ikusi zuten Newtonen metafisika eta kosmologia txarrak zirela. Beste metafisika bat sortu zuten, eremuen metafisika, eta Newtonen aurkako korronte hartatik jaio zen Einstein. Newton eta Einstein, biak izan ziren jenioak, baina elkarren kontrakoak ziren.

XX. mendeari buruzko ezer ez duzu kontatuko?

Oso gauza gutxi. XX. mendearen hasieran, berriz ere oso etapa kritikoa izan zen, adimen iraultzaile asko sortu ziren, eta horrekin fisika berri batzuk agertu ziren; ez bakarra. Nire ustez, aparteko ikerketa merezi zuen horrek. Horregatik, nire lana XX. mendearen hasierarekin bukatzen da, eta hortik aurrerako guztiak beste lan bat merezi du. □

Bi hitz sarituekin

Etxebeste Aduriz, Egoitz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

1. saria: Etxetresnek gustukoago dute jazza jotzea sinfonia jotzea baino

Egilea: Aitor Urbieta Artetxe

Etxe adimenduna eta adimenik gabekoa jazzarekin eta sinfoniarekin konparatu dituzu. Zer dira zuretzat jazz eta sinfonia?

Sinfonian beti zuzendari bat dago, eta haren zuzendaritzapean daude musikariak. Jazza, aldiz, inprobisazioan oinarritzen da; *jam session* batean musikari bakoitzak berak dakien erara jotzen du, eta gerta daiteke musikari guztien artean zerbait adimentsua lortzea. Etxeko gailuen kasuan, bakoitzak egiten dakiena eskaintzen du: batek pertsianak igo eta jaits ditzake, besteak telebista piztu, edo irratan irratsaio bat jarri, eta, guztiek elkarrekin lan eginez, gauza konplexuak lor daitezke, erabiltzailearen portaeratik eta nahietatik hurbil dagoen zerbait lor daiteke.

Hori da domotikaren ametsa. Zu horretan ari zara lanean.

Bai, domotikaren arloan ari naiz tesia egiten, eta tesiarren helburua da artikulu honetan planteatzen dudan ideiarri ekarpen txiki bat egitea. Oraindik ez dut oso argi zehazki zer ekarpen izango den hori, baina helburua izango litzateke gailuei semantika edo inteligentzia ematea teknologia batzuk erabiliz; hala, erabiltzailearen esku soilik egon ordez, gailuak elkar aurkitzeko gai ere izango liriateke, erabaki ahal izateko noiz egin behar duen lan batak edo besteak. Adibidez, gela bateko argitasuna handitzeko bi gauza egin daitezke: argia piztu edo pertsianak igo. Bi gauzekin efektu bera lortzen da, eta erabiltzaileak lortu nahi duena efektua da; ingurua bere beharren arabera aldatzea. Nire helburua da efektuetan oinarritutako bila-



POLY FOTOGRAFOS

keta eta konposaketa garatzea. Adimena eman dezaketek teknologia horiek etxean edo beste edozein lekutan aplika daitezke: trenetan, autoetan... Etxean, adibidez, baliagarria izan daiteke domotika adinduei edo gaixoei laguntzeko.

Gaur egun, esan genezake ez dela posible horrelakorik. Baina, noizbait iritsiko gara horretara?

Ez, gaur egun ez da posible, baina nik esperantza dut etorkizunean iritsiko garela horrelako zerbait izatera; beharbada, ez artikuluan planteatzen dudan bezala, baina... Gaur egungo gailuek hizkuntza desberdinak erabiltzen dituzte, eta lehenik eta behin hizkuntza komun bat edo bitarteko zerbait behar da, denak elkar ulertzeko gai izateko. Hurrengo arazoa da adimena nola eman, eta gailuek ingurua nola ezagutu eta interpretatu. Arazo txiki asko daude oraindik. Poliki-poliki bagoaz, baina oso poliki.



POLY FOTOGRAFOS

2. saria: Ilargiaren alde ezkutua

Egilea: Jon Azkargorta Aretxabala

Zer dago Ilargiaren alde ezkutuan?

Bada, agerikoan dagoen gauza bera; baina berezitasuna horixe da, ez dela inoiz gure aldera begira jartzen. Kasualitatez bururatu zitzaidan gaia. Ni ez naiz aditua astronomian eta ez dut horretan lan egiten, baina artikulua bat irakurtzen ari nintzela jakin-mina sortu zitzaidan: Hori zergatik? Eta mareak nola? Eta zer erlazio du batak bestearekin? Sakontzen jarraitu nuen, eta harrigarria iruditu zitzaidan, nola balaztatu daitekeen pla-

neta baten errotazioa. Ez nuen uste grabitateak gai zenik hori egiteko.

Nola lortzen da horrelako gai bat ulergarri egitea?

Bueno, nik irudiak jarri ditut laguntzeko, ilargia globo deformatu gisa irudikatuz eta gezien bidez indarrak adieraziz. Fisikan gabiltzanok ohituak daude horrelakoekin; gainerakoek, agian, pare bat aldiz irakurri beharko dute ongi ulertzeko, baina, esan didatenez, ulertzen da.

3. saria: Egur hila, erreka bizia

Egilea: Lide Aristegi Urkia

Zure artikulua izenburuari buelta ematen badiogu, egur hilik gabe ez dago erreka bizirik?

Gaur egun, ez gaude ohituta errekan egurra ikustera, urteetan atera egin izan baita erreketatik, mila arrazoiengatik. Baina kontuan izan behar da egurra ez dela errekan elementu kosmetiko bat, eta garrantzia ikaragarria duela errekan osasunean. Hainbat ikerlanetan ikusi dute egurra beharrezkoa dela errekan,

eta gero eta garrantzi handiagoa ematen zaio herrialde batzuetan. Alemanian, adibidez, milaka kilometro karratu lehenertzen ari dira egurra sartuz. Han, errekan egoera ekologikoa aztertzen denean, egurra da aztertzen den elementuetako bat: egurrik ez badago, erreka ez dago ongi. Heziketa-kontua da asko, ikuspuntua aldatu behar da. Erreka ez da ubidean doan ura bakarrik.



POLY FOTOGRAFOS




POLY FOTOGRAFOS

Gazteenentzako saria: Ordenagailu bidezko diagnostia: ordenagailuak mediku?

Egilea: Xabier Artaetxebarria Artieda

Ordenagailuak iritsiko dira medikuak ordezkatzera?

Hain zuzen ere, oraintxe izan naiz kongresu batean AEBn, eta gai horixe zegoen puri-purian. Batzuek diote hori ez dela inoiz gertatuko, medikuentzat lagungarriak izan daitezkeela sistema horiek baina ordenagailu batek ezingo duela inoiz medikuren esperientzia ordezkatu. Beste batzuek diote, aldiz,

badaudela lan oso konkretu batzuk, nahiko sinpleak, 5-10 urte barru ordenagailuek egin ahal izango dituztenak. Nire ustez, ordenagailuek medikuen lana erraztuko dute —alde horretatik oso erabilgarriak dira, eta, etorkizunean, oraindik ere erabilgarriagoak izango dira—, baina beti egon beharko du medikuren batek ordenagailuen lana gainbegiratzeko. 

Etxetresnek gustukoago dute jazza jotzea sinfonia jotzea baino

Urbieta Artetxe, Aitor
IKERLANeko ikertzailea eta Mondragon
Unibertsitateko doktoregaia

Mark Weiser-ek 90eko hamarkadan definitutako nonahiko konputazioaren paradigmatik etorkizuneko gizartearen ikuspegi bat definitzen du. Ikuspegi horretan, teknologia ezberdinetan komunikatzen diren gailu bananduak eguneroko bizitzan integratuak daude, eta erabiltzailea horiekin komunikatzen da, aparteko ahaleginik egin gabe (nabaritu gabe). Horrela, bere eguneko betebeharrak errazago eta azkarrago egin ditzake. Ikuspegi horren arabera, inguratzen gaituzten inguruneak fisikoki integraturiko eta barneraturiko gaitasun konputazionala duten gailuz beteak daude. Beraz, gailuen banaketa ez-intrusiboa da, erabiltzaileari zuzenduriko funtzionaltasunak eskaintzeko helburuarekin [7].

Orain arte gizakiok ia modu esklusiboan erabili izan ditugu konputagailuak software-osagaiekin interakzioan, baina geure inguruak (etxea, lantokia, ibilgailuak) gailu edo tresnaz beteak daude. Ez dugu konputagailu, ordenagailu eramangarri eta telefono mugikorretan soilik pentsatu behar gailu konputazionalak ari garela; izan ere, aurreko gailuez aparte, prozesatze-gaitasuna (txikia bada ere) duten hainbat gailu aurki ditzakegu geure inguruan [2](autoak, telebistak, DVD-irakurgailuak, multimedia-gailu eramangarriak, bideo-kontsolak, etxetresnak), eta gailu horiek ez dira ikusi behar mota ezber-



PHILIPS

dineko eta prozesatze-gaitasuna duten gailu-multzo soil gisa, baizik eta inguruan erabilgarri dauden zerbitzuen bitartez erabiltzaileak egiten dituen eguneroko ekintza sinple eta konplexuen gauzatzea errazten duten baliabide gisa. Horretarako, inguruan beste gailu batzuk daudela sumatzeko gaitasuna eduki beharko lukete gailuek, ahalik eta autonomoenak izanik. Horrela, 'koalizioak' sortuko lituzkete, erabiltzaileak parte hartzeko beharra ahalik eta txikiena izan dadin, eta soilik goi-mailako interakzioa beharrezkoa denean parte har dezan [4].

Baina Weiserrek planteatutako helburua lortzeko azpiegitura izan arren, hura lortzeko ibilbide luzea daukagu oraindik. Horren arrazoi garrantzitsuenak da gailu bako-

tzak uharte independente baten moduan jokatzen duela, funtzionaltasun konkretu eta mugatu bat eskainiz, baina lankidetzarako aukerarik eskaini gabe [3].

Ondoren deskribatzen den artikulua era honetan antolatua dago: lehenik, adibide gisa, etxe adimendun baten eta adimenduna ez den beste baten arteko ezberdintasunak deskribatzen dira adibideen bidez, eta, ondoren, adibide horretan sumatzen diren erroka nagusiak deskribatzen dira.

● Gailu bakoitzak uharte independente baten moduan jokatzen du, funtzionaltasun konkretu eta mugatu bat eskainiz.

Etorkizuneko etxe adimenduna

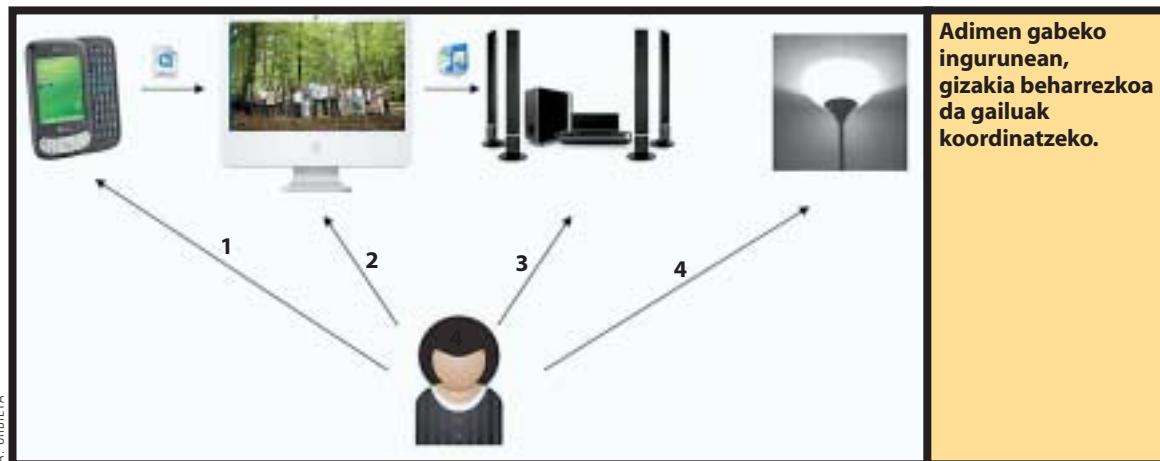
Mikel eta Ane Aramaion bizi dira, baina haien etxea ez da nolana hikoia: ikusten ez diren sentsorez betea dago, ikusmen artifizialeko kameraz betea eta merkatuko etxetresnarik berrienaz hornitua. Gailu horiei esker, eta batik bat duten adimenari esker, ondoren deskribatzen diren portaerak aurrera eramane daitezke, etxetresna, kamera eta sentsoreen arteko lankidetzaren bitartez. Ondorengo lerroetan hainbat kasu deskribatuko dira; lehenik adimenik gabeko etxearena, eta, ondoren, adimendun etxearena.

Adimenik gabeko etxearen kasua

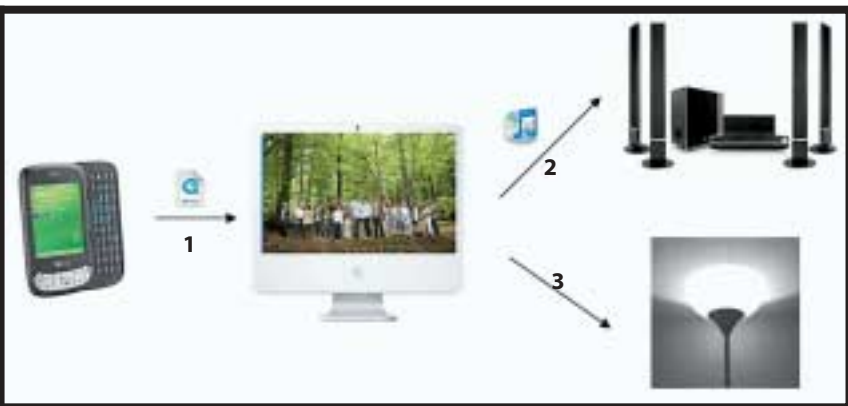
Mikel, ohi bezala, lanetik irten eta etxera joan da. Egunean zehar etxean inor egon ez denez, etxea hotza dago. Beraz, berogailua martxan jarri du. Bere iPod-Touchen entzuten ari zen musikaren antzekoa entzun nahi duenez, ordenagailua piztu eta last.fm-ra konektatu da, gustuko musika aukeratzeko. Egongelan jarri du musika, baina, gero sukaldera joan denez, egongelako bozgorailuak itzali eta sukaldekoak piztu behar izan ditu, eta gustuko musika berriro aukeratu hango musika-aparatuan.

Apur bat beranduago Ane heldu da etxera, eta, bere jaka eta poltsa esekilekuan utzi ondoren, egongelako eserlekuan eseri da, autobusean ikusten ari zen Balbemendi telesaila ikusten jarraitzeko asmoarekin. Horretarako, bere erreproduzitzailako bideo-fitxategia egongelako ordenagailura pasatu behar izan du wi-fi sarearen bitartez, eta, ondoren, VLC aplikazioan telesailaren atala ireki. Jarraian, Home Cinema martxan jarri du, eta, azkenik, ordenagailuaren irteera konektatu du telesailaren soinua entzuteko. Zutik dagoenez, egongelako argiaren intentsitatea jaitsi egin du, nahiago izaten baitu telebista argi gutxiarekin ikusi.

Bien bitartean, Mikel afaria prestatzen ari da. House M.D. telesaila hasteko zenbat denbora duen kalkulatu, eta berandutu egin zaiola konturatu da. Telesaila hasi aurretik arropa eskegi nahi zuen, baina, tira, telesaila amaitu ondoren eskegi beharko du. Beraz, garbigailua martxan jarri du. Garbigailuak zarata handia ateratzen duenez, bozgorailuen bolumena igo eta telefonoak jo duenean ez da konturatu ere egin. Ane, une batez bere telesaila ikusteari utzi, eta egongelatik etorri zaio telefonoa jotzen ari dela esanez. Mikelek telefonoa hartu du, baina, afaria prestatzen ari zenez, korrika eta presaka hitz egin du bere gurasoekin. Amak emandako betebeharra idaztea ahaztu zaio, eta, okerrago dena oraindik, sutan zeukan patata-tortilla erre egin zaio. ➔



Adimendun ingurunean, gailuak erabiltzailearen beharretara egokitzen dira.



A. URBIETA

Adimendun etxearen kasua

Mikel, ohi bezala, lanetik irten eta etxera joan da. Etxeak denborarekin ikasita, badaki Mikelen gustuko tenperatura hogeita gradu dela, eta etxea tenperatura horretan mantentzen du automatikoki. Gainera, urte-sasoaren arabera, leihoak ireki edo itxi, aire egokitua piztu edo berogailua jartzen du, gustuko tenperatura lortzeko. Egun osoan zehar etxean inor egon ez denez, berogailua piztu egin da. Mikel etxera iritsi denean, bere iPod-Touchean musika entzuten zetorren; etxeak sumatu egin du, eta Mikelen last.fm-ko profilerara konektatu da bere gustuko musika zein den ikusteko. Azkenik, Mikelelangandik hurbilen zeuden bozgorailuetatik igorri du musika. Mikel mugitzen den heinean, soinua ere lekuz aldatzen da etxe guztian zehar.

Apur bat beranduago Ane heldu da etxera, eta, bere jaka eta poltsa esekitokian utzi ondoren, egongelako eserlekuan eseri da, autobusean ikusten ari zen Balbemen-di telesaila ikusten jarraitzeko asmoz. Azken bi asteetan gauza bera egin duenez, etxeak ikasia du portaera hori. Beraz, Anek eskuz konfiguratu beharrean, PDAn ikusten ari zen telesailaren irudia egongelako ordenagailuaren pantailan jarri da, eta soinua, era berean,

Home Cineman. Horrez gain, argiaren intentsitatea ere jaitxi egin da, eta egongelako ateak itxi dira, Anek bere telesail gustukoena lasai-lasai ikus dezan.

Adimendun etxean, erabiltzaileak ezer egin gabe, gailuak koordinatu egiten dira erabiltzailearen beharrak asetzeko.

Mikel afaria prestatzen ari den bitartean, garbigailu-lehorgailua martxan jarri da, eta gaur House M.D. ikusiko dutenez, garbigailu-lehorgailua telesaila hasi baino 15 minutu lehenago amaituko da. Horrela, telesaila hasierako arropak jasoak eduki ditzakete. Garbigailua martxan jarri den aldi berean, sukaldeko bozgorailuen bolumena igo egin da, Mikelek era egokian entzuten jarrai dezan. Gainera, telefonoaren abisu bereziaren mekanismoa martxan jarri da; horri esker, inork telefonoz deitzen badu, Mikel dagoen gelan soinu berezi batek joko du, baina ez Ane dagoen gelan. Afaria prestatzen amaitu baino lehenago, telefonoak jo du, eta deitu duen pertsonaren izena entzun da bozgorailutik. Mikelek deia onartu duen une berean musika gelditu egin da; horrela, lasaiago hitz egin dezake sukaldeko bozgorailu eta mikrofonoak erabiliz. Bide batez, afariarekin jarraitzeko aukera izan du, eskuak libre baitzeuzkan.



PHILIPS

Etorkizuneko etxea multimedia-gailuz josia egongo da.

Ingurune adimendunaren analisia

Aurreko kasuetan ikus daitekeen bezala, etxe adimendunak ekar ditzakeen abantailak asko dira, batik bat hel-

duentzat, baina baita bestelako pertsonentzat ere. Lehen kasuan ikus daitekeenez, erabiltzaileak du ekimena, hark kudeatu eta jarri behar ditu martxan nahi duen helburua lortzeko beharrezko gailuak. Azkenean, denbora asko galtzen da gauza simple bat egiteko. Baina bigarren kasuan (etxe adimenduna) ekimena gailuek dute; erabiltzaileak ezer egin gabe, gailuak koordinatu egiten dira erabiltzailearen beharrak asetzeko. Azken helburua da ingurua erabiltzailearen beharretara egokitzea.

Aurreko kasuistika musika-motekin pareka daiteke. Koldo Saratxagak (Irizar proiektuko koordinatzaile ohia) enpresa-motekin egiten duen bezala *¿Sinfonía o Jazz?* liburuan [6]. Koldok dio jazzean inprobisazioa nagusi dela, ekimena dagoela eta, bukaeran, emaitza harmoniko bat lortzen dela. Jazzean sormena sumatzen da, musikari bakoitza gai da, bere instrumentua jotzeaz gain, besteek nola jotzen duten jakiteko, une oro musika sortzen ari dira, eta, hala ere, ez dago zuzendaririk. Berrikuntza sortzen duen talde bat da. Orkestra klasikoan, berriz, errepikatu egiten da, eta musikariek berea ez den partitura bat interpretatzen dute. Zuzendari batek zuzenduriko partitura jotzen dute, ez dago inprobisaziorako aukerarik.

Koldo Saratxagak dioena etxearen kasura aplikatzen badugu, argi ikus daiteke adimen gabeko etxea sinfonia moduko bat dela: zuzendari bat dago, erabiltzailea, eta musikariak gailuak dira, bakoitzak bere instrumentua eta partiturako zati bat jotzen du, baina ez da gai inprobisatzeko eta ekimena izateko. Etxe adimendunaren kasuan, berriz, ez dago zuzendaririk, baina gailuen artean lortzen duten emaitza bera da: inprobisatzeko gai dira, interakzio berriak sortzeko, aurrez planteatu gabeko portaera berriak sortzeko, eta, horren gai-

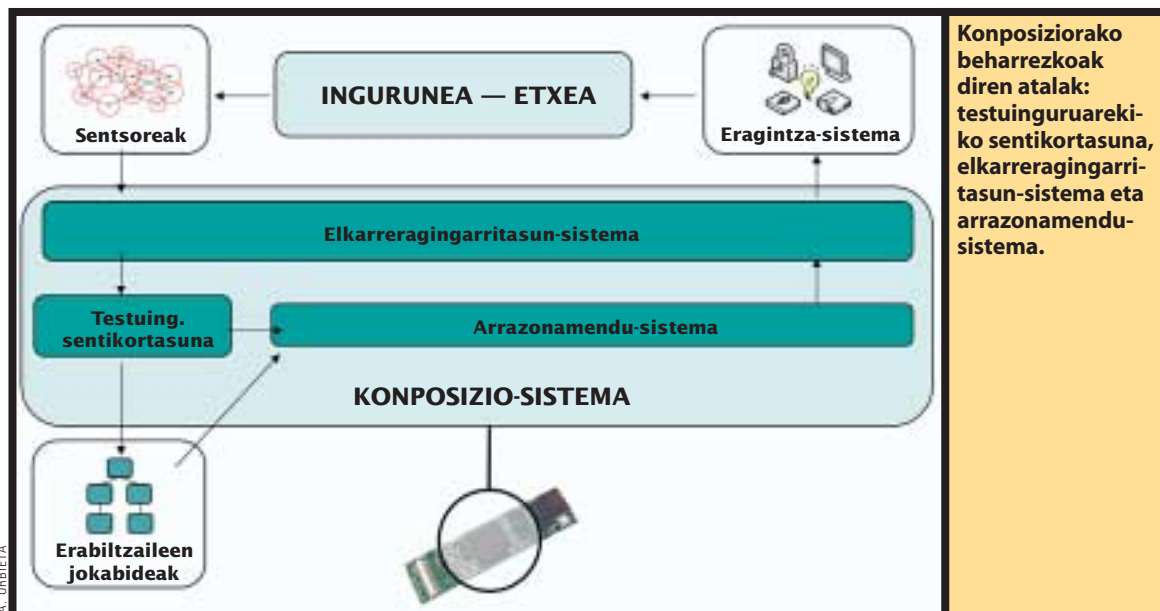
netik, emaitza harmoniko bat lortzeko gai dira. Gainera, ekimena gailuek dute, eta ez dute erabiltzailearen parte-hartze handia behar.

● **Etxe adimenduna**
 ● **lortzeko urrun gaude oraindik; izan ere, hainbat behar saihestu behar dira gailuen arteko portaera adimendunak lortu ahal izateko.**

Lehenago deskribatu den etxe adimendun hori lortzeko urrun gaude oraindik; izan ere, hainbat behar saihestu behar dira gailuen arteko portaera adimendun horiek lortu ahal izateko. Ikerkuntzaren munduan, gailuen arteko lankidetzak horri zerbitzu-konposizio deritzo, eta, konposizioa lortzeko, hainbat paradigma eta metodologia behar dira (ikus beheko irudia).

Testuinguruarekiko sentikortasuna

Gaur egun gure inguruan aurki ditzakegun gailuak ez dira erabiltzailearen lehentasunen arabera egokitzen; beti era berean jokatzen dute. Baina horrek ez dauka horrela izan beharrik. Erabiltzailearen inguruan dauden



gailuek erabiltzailearen egoerara, kokalekura, eta abarretara egokitu behar dute [1], eta, horretarako, ingurune informatio-aldaketekiko sentikorrak izan behar dute, hau da, gailu bakoitzak gai izan behar du jakiteko bere inguruan zer dagoen (hurbil dituen gailuak, horiek eskaintzen dituzten zerbitzuak, hurbil dauden pertsonak, horien egoera, eta abar) eta baita ere inguruko informazioa nola aldatzen den. Horrela, erabiltzaileari eskaintzen zaizkion zerbitzuak dinamikoki egokitu ahal izango dira; adibidez, erabiltzailearen kokalekua arabera, argi bat edo beste bat itzaliko da. Testuinguruarekiko egokitze horrek erabiltzaileari abantailak ekarriko dizkio; izan ere, erabiltzaileari bere kokapen eta lehentasunekiko egokienak diren zerbitzuak eskainiko zaizkio. Horrela, erabiltzaileen eta aplikazioen arteko elkarreraginaren paradigma guztiz aldatzen da: ez da erabiltzailea aplikazioetara egokitzen dena, baizik eta aplikazioak egokitzen dira erabiltzailearen testuinguruaren arabera.

Ingurunean dagoen informazioa, bai sentsoreek hartutakoa (tenperatura, argi-intentsitatea, erabiltzailearen kokalekua eta abar) eta bai beste era bateko informazioa (inguruko gailuek eskainitako zerbitzuak, erabiltzailearen lehentasunak eta abar) askotarikoa da, banandua dago eta ez dago bateratua. Beraz, informazio horrek era egokian kudeatua eta definitua egon behar du. Horretarako, beharrezkoa da testuinguruaren modeloa definitzea, inguruan dagoen informazioa modelizatuz (bai sentsoreek hartutakoa, bai bestelakoa). Helburu horrekin, hainbat teknologia eta metodologia proposatu dira azken urteetan (eredu grafikoak, entitate-erlazio ereduak, logika ereduak eta abar), baina guztietatik egokienak ontologiak direla erakutsi da [5].

Elkarreragingarritasun-sistema

Nonahiko konputazioko inguruen ezaugarririk garrantzitsuena gailuek duten mugikortasuna da. Horren ondorioz, ingurua dinamikoa eta oso irekia dela esan daiteke, eta horrelako inguruetan dauden gailuek eskaintzen dituzten zerbitzuen bat-bateko hedapena eta exekuzioa beharrezkoak dira, inguruan dauden softwarea eta hardwarea une eta leku egokian integratuz. Dinamikotasun hori lortzeko, gailuak baliabide autonomo eta independente gisa ikusi behar dira.

Teknologia bera erabiltzen duten gailuen arteko lankidetzaren lortzea ez da nahikoa.

Idea horrekin oso bat datorren Zerbitzuetara Bideraturiko Arkitekturaren (ZBA) paradigma bereziki egokia da; izan ere, paradigma horretan, aplikazioak eta horiek jasaten dituzten gailuak ahulki lotutako zerbitzu gisa definitzen dira. Horrek esan nahi du gailu bakoitzaren zerbitzuak independenteki sortzen direla, beste gailuen zerbitzuekiko dependentziarik gabe. Horrela, hasiera batean erlaziorik ez duten zerbitzuak banan-banan batzen joan daitezke goi-mailako zerbitzuak sortzeko, eta, etxe adimendunaren kasuan, zerbitzu sinpleak (argia piztu, pertsianak jaitsi, telebista piztu, atea itxi) elkartu egin daitezke, zerbitzu konplexuago eta osoagoak sortzeko (erabiltzailea etxera sartzen denean lehenik argia piztu, ondoren pertsianak jaitsi, sarrerako atea itxi eta ondoren egongelara sartzen denean telebista piztu). Gaur egun, Zerbitzuetara Bideraturiko Arkitektura erabiltzen duten sistema gehienek web zerbitzuak erabiltzen dituzte inplementazio gisa.

Zerbitzuetara Bideraturiko Arkitekturen paradigmarekin, teknologia bera erabiltzen duten gailuen arteko lankidetzaren lortzea ez da nahikoa; izan ere, ingurunean aurki daitezkeen gailuek teknologia ezberdinak erabil ditzakete: UPnP, web zerbitzuak, web zerbitzu semantikoak, eta abar. Horren ondorioz, teknologia ezberdinak erabiltzen dituzten gailuen arteko elkarreragingarritasuna ahalbidetu behar da; horrela, teknologia ezberdina darabilten

ERREFERENTZIAK

[1] BOTTARO, A.; BOURCIER, J.; ESCOFFIER, C. ETA LALANDA, P. Autonomic context-aware service composition. *2nd IEEE International Conference on Pervasive Services*, 2007. Artikulu honetan, testuinguruarekiko sentikortasunean oinarrituriko zerbitzu-konposizioa aztertzen da. Idazleek OSGI plataforma proposatzen dute oinarri gisa, eta, ondoren, konposizioa lortzeko beharrezkoak diren aldaketak proposatzen dituzte.

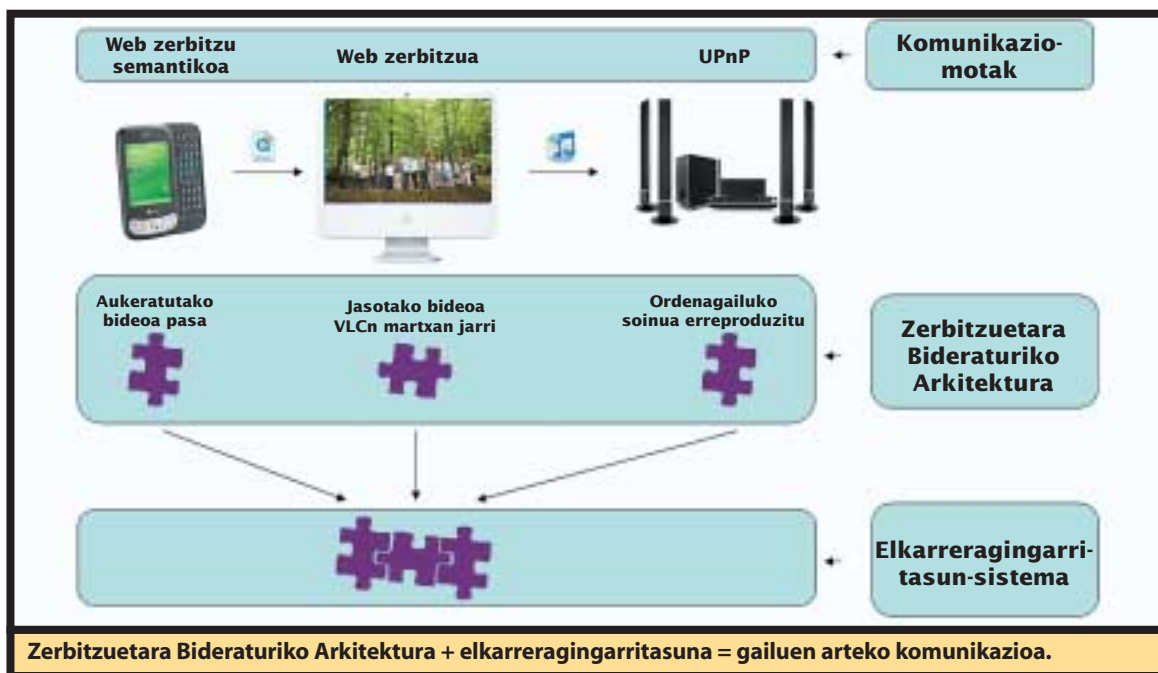
[2] COTOFANA, S.D.; WONG, S. ETA VASSILIADIS, S. Embedded processors: Characteristics and trends. pages 17-24, 2001. Artikulu honetan, sistema barneratuei buruzko analisi bat egiten da: horien ezaugarriak deskribatu, eta gaur eguneko nahiz etorkizuneko izan ditzaketen garrantziak eta aplikagarritasunak hitz egiten da.

[3] INGSTRUP, M. ETA HANSEN, K. M. Palpable assemblies: Dynamic service composition in ubiquitous computing. *Proceedings of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 2005. Artikulu honetan, nonahiko konputaziorako zerbitzu-konposizioa dinamikoa arazo konpontzeko sistema bat planteatzen da.



Erabiltzailea etorkizuneko gailuekin elkarreraginean.

PHILIPS



A. URBIETA

● Arrazonamendu-sistema gai da, testuinguruarekiko sentikortasun-sistemari esker, gailu bakoitzak bere inguruan zer duen jakiteko.

gailuek elkarrekin komunikatzeko aukera izango lukete; adibidez, goiko irudian, gailuek eskaintzen dituzten zerbitzuak (puzzleko pieza bakoitza gailu batek eskaintzen duen zerbitzua da) osagarriak dira, hau da, konbinatu egin daitezke portaera konplexuago bat lortzeko (eta, hala, puzzlea sortu).

Arrazonamendu-sistema

Atal hau konposizio-sistemaren zatirik garrantzitsuena da; izan ere, sistemaren adimena hemen kokatzen da, baina ez litzateke ezer aurreko bi sistemak gabe. Arrazonamendu-sistema gai da, testuinguruarekiko sentikortasun-sistemari esker, gailu bakoitzak bere inguruan zer duen jakiteko, hau da Mikel non dagoen, telebista piztua dagoen ala ez, eta abar. Bestalde, elkarreragingarritasun-sistemari esker, inguruan dauden gailuekin komunikatzeko gai da. Badirudi gailua konposizioa egiteko gai dela, baina, horretarako, gailuak gai izan behar

du erabakiak hartzeko, hau da, konposizioa noiz egin behar duen jakiteko, eta beste zein gailurekin komunikatu behar duen jakiteko ere bai.

Helburu horrekin, konposizio-sistemak erabiltzaileen jokabidea ezagutzeko azpisistema bat behar du, erabiltzaileak azkenaldian izan dituen jokabideak ikasi eta modelizatzeko gai izan behar duena. Inguruko informazioa ezinbestekoa da horretarako, ondoren datozen adibideetan ikus daitezkeen bezala:

- Aneren PDA gailuak ikasi du etxera sartzen den gehiengotik egongelako ordenagailura pasatzen duela une horretan ikusten ari zen telesaila.
- Telebistak ere ikasi du Anek arratsaldean bideo bat pasatzen duela PDA batetik ordenagailura, han ikusteko.
- Egongelako lanpara eta argiek ere badakite argi bakar bat edukitzea gustuko duela Anek, eta batik bat arratsaldeetan, lanetik bueltatzen denean.

Aurreko adibideetan erabili den informazioa askotarikoa da: alde batetik, etxeko kokapen-sistema erabili da, eta, beste alde batetik, Anek duen agenda elektronikoa, inguruan dauden gailuak aurkitzeko sistema, eta abar.

Gailu bakoitza gai denean jakiteko zein unetan zer egin behar duen, eta badakienean zein den erabiltzailearen jokaera globala, soilik falta da guztien artean kolaboratzea, zein zerbitzu zeinen ondoren eta zein baino lehenago exekutatu behar den adostea; horrela, gailuen artean portaera konplexuak sortzea lortuko da, eta Weiserrek definituriko nonahiko konputazioaren helburuetatik hurbilago egongo gara. □

[4] LASSILA, O. ETA ADLER, M. "Semantic gadgets: Ubiquitous computing meets the semantic web." In *Spinning the Semantic Web*, 363-376 orr., 2003. Artikulu honetan, etorkizuneko inguru adimendun baten adibidea ematen da. Ingurune horretan, konposizio-adibideak jartzen dira.

[5] STRANG, T. ETA LINNHOFF-POPIEN, C. "A context modeling survey." 2004. Artikulu honetan, testuinguru modelizatzeko planteatu diren sistema eta metodologiaren arteko konparaketa egiten da.

[6] UGARTE, L. *¿Sinfonía o Jazz?: Koldo Saratxaga y el modelo Irizar: un modelo basado en las personas*. Granica, Barcelona, España, 2004. Liburu honetan, Koldo Saratxagari eginiko elkarrizketa batzuk deskribatzen dira. Horietan, Irizarren egon den urteetan hartutako esperientziaren berri ematen du du Koldok.

[7] WEISER, M. "The computer for the 21st century", 1991. Artikulu honetan, nonahiko konputazioaren paradigma deskribatzen da, etorkizuneko gailuen eta erabiltzaileen arteko erlazioa zein izango den deskribatzen.

Ilargiaren alde ezkutua

Azkargorta Aretxabala, Jon
Fisikan doktorea



ARTXIBOKOA

Lurak Eguzkiaren inguruan orbita bat osatzeko behar duen denbora-tarteari urtebete deritzogu. Lurak bere ardatzaren inguruan biratzeko behar duen denbora-tarteari, aldiz, egun deritzogu. Urtebetean 365 egun inguru daude. Hori oso ezaguna da. Baina beti izan ote da horrela?

Ilargiak, berriz, Lurraren inguruan orbita bat osatzen du, hilean behin, eta bere ardatzaren inguruan ere bira bat egiten du, hilean behin (27,32 egun). Biak berdinak dira!!

Horren ondorioz, Ilargiak beti erakusten digu aurpegi bera. Zerura arreta pixka batez begiratzen badugu, beti ikusiko dugu alde hori: batzuetan, zati bat argizatuta, eta bestea ilun... baina beti alde hori bera. Eguzkiak, oster, Ilargiaren alde biak berdina argizatzen edo 'ikusten' ditu, baina guk ez: gugana begira Ilargiaren alde berbera dago beti, argizatuta dagoenean nahiz ez dagoenean.



NASA

Ezkerrean, ikusten dugun Ilargiaren alde. Ondoa, ikusten ez duguna, hau da, ezkutatzen duena; begira iezaiozu lasai eta patxadaz, ez baituzu sekula gaueko zeruan ikusiko.

Gizakia sortu aurretik ere existitzen zen Ilargia, eta betidanik liluratu izan gaitu, milaka urtetan, baina ez dugu sekula haren atzeko alde ikusi.

1959. urtean sobietarrek *Luna-3* misioa bidali zuten eta atzeko alde horri argazkiak ateratzea lortu zuten... oraindik ez dira bete 50 urte [1]. Esan bezala, Lurretik ezin da sekula ikusi Ilargiaren atzeko alde hori, argazki batean ez bada.

Printzipioz ez dago lotura fisikorik gorputz baten errotazioaren eta orbita baten iraupenen artean. Orduan, zergatik dira berdinak Ilargiaren 'egun' baten iraupena eta 'hil' baten iraupena? Kasualitatea al da? Ilargiaren kapritxoa?

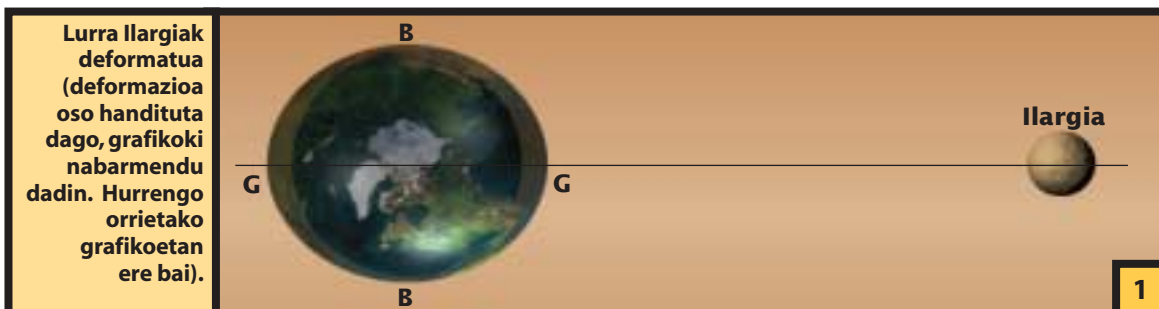
Badago arrazoi bat, eta mareekin du zerikusia. Badakigu Lurrean itsasoak gora eta behera egiten duela egunean bi aldiz. Zergatia [2] artikuluan dago sakon azalduta, baina hemen laburpentxo bat egingo dut:

Lurrak Ilargia erakartzen duen bezalaxe, Ilargiak ere Lurra erakartzen du. Baina Lurraren tamaina dela eta, Ilargitik hurbil dagoen aldeak erakartzen handiagoa

● **Ilargiak sortzen**
 ● **duen lur solidoaren deformazioa zentimetro gutxikoa da, eta gu geu ez gara horretaz ohartzen.**

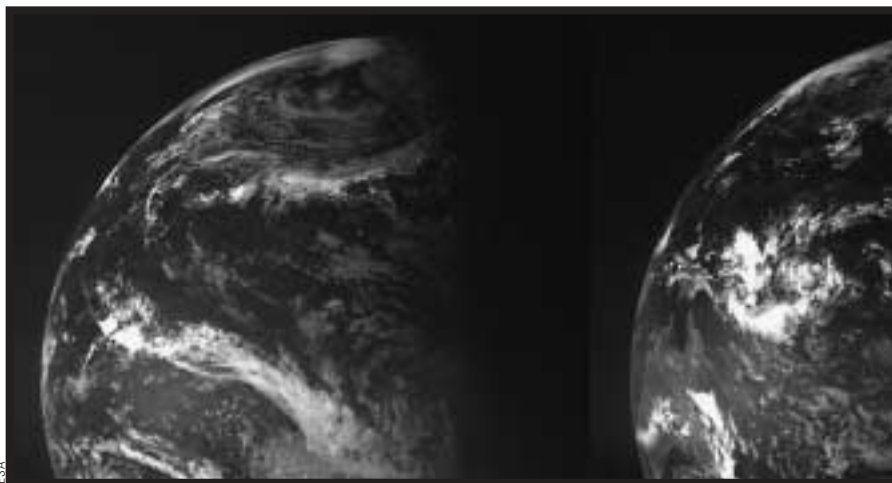
sentitzen du erdikoak baino, eta itsasoa hurbildu egiten zaio Ilargiari. Bestalde, Ilargitik urruti dagoen aldeak erakartzen txikiagoa sentitzen du erdikoak baino, eta itsasoa urrundu egiten da Ilargitik. Horren ondorioz, Lurrak 'deformazioa' jasaten du: itsasgorako alde bi (G) eta itsasbeherako alde bi (B) daude aldi berean Lurrean (1 irudia, behean).

Horri erantsi behar zaio Lurrak egunean behin errortzen duela, eta horregatik dauzkagu itsasgora bi egunero, eta itsasbehera bi. ➔



G. ROA

Ilargiak Lurrean mareak sortzen dituen bezalaxe, Lurrak Ilargian ere mareak sortzen ditu. Bale! Ilargian ez dago itsasorik baina gorputz solidoak ere deformatu egiten dira, ez likidoak adina, baina deformatu, deformatzen dira, gomazko pilota baten antzera. Ilargiak sortzen duen lur solidoaren deformazioa zentimetro gutxikoa da, eta gu geu ez gara horretaz ohartzen, baina sismografoek, esaterako, oso ondo detektatzen dituzte lur-mareak. Ba Ilargian ere, marea solidoak daude eta zoruak gora eta behera egiten du Ilargiak errotatzen duen bakoitzean; alegia, hilean bi aldiz.



Nola eragiten dion Lurrak Ilargiaren errotazioari

Ilargia erabat elastikoa balitz, Lurraren erakarpenari 'berehala' erantzungo lioke eta bere 'deformazioa' Lurrarekin lerrotatuta egongo litzateke, 2A irudian bezala. Baina unibertso osoan ez dago material erabat elastikorik, eta material solidoaren barne-marruskadurak eta inertiak eragiten dute Ilargiaren erantzuna geroxeago gertatzea, alegia atzerapen batez, 2B irudian bezala.

Ondorioa ikusgarria da (3 irudia): Lurrak Ilargia erakaritzen duenean, A aldeko indarrak Ilargia erlojuaren orratzen aldera birarazteko joera du, eta B aldeko indarrak, ordea, Ilargia erlojuaren orratzen aurka biraraztekoa. A aldeko indarra zertxobait handiagoa da, Lurretik hurbilago dagoelako, eta horrek eragiten du Lurrak Ilargiari erlojuaren orratzen aldera biraraztea, edo bestela esanda, moteldu egiten du Ilargiaren errotazioa.

Moteltze horrek noiz arte irauten du? Ba Ilargiaren errotazioa apurka-apurka eta milaka urte luzetan

moteltzen joan da, eta gaur egun oreka-posizioa iritsi da; alegia, posizio simetrikora, A puntua eta B puntua Lurraren norabidean bertan kokatuta egoteraino. Horregatik, Lurretik Ilargiaren A aldea soilik ikusten dugu, Lurrak aspalditik sinkronizatu edo 'geldiarazi' duelako Ilargiaren errotazioa.

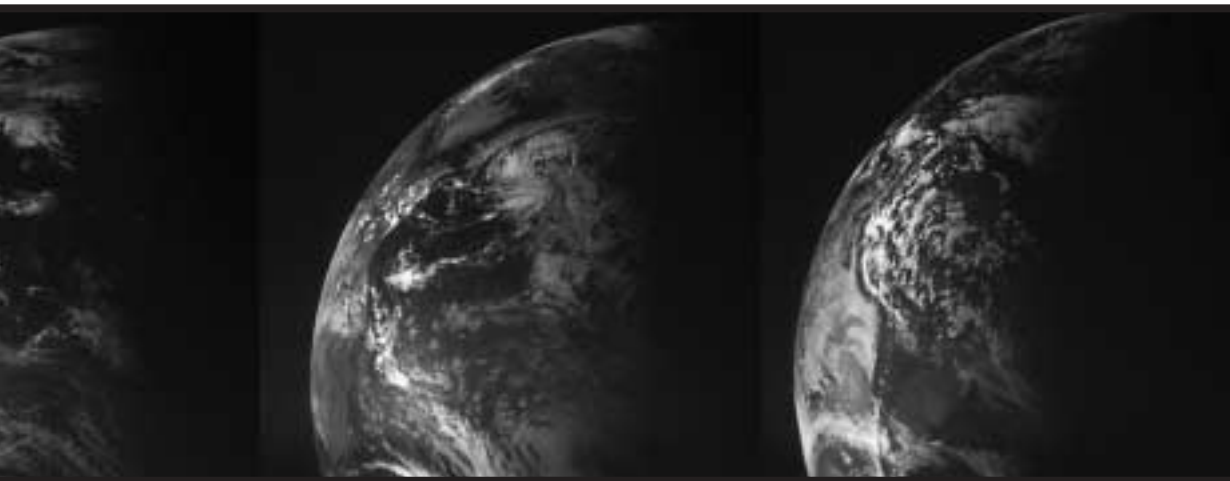
Eguzki-sistemako satelite natural gehienak, gure Ilargia bezala, sinkronizatuta daude; aurpegi bakarra erakusten diete haien planetari.

Eguzki-sistemako satelite natural edo 'ilargi' gehienak, gure Ilargia bezala, sinkronizatuta daude; Marteren, Jupiterren, Saturnoren eta abarren sateliteek periodo berdina dute errotazioan eta planetaren inguruko orbitan [3].



Ilargia Lurrak deformatua. Ezkerrean erakusten da Ilargiak atzerapen batez erantzuten diola Lurraren erakarpenari. Eskuinean, Ilargia Lurrarekin sinkronizatzea eragiten duten indarrak.

G. ROA



Ilargiak aurpegi bera erakusten dio beti Lurrari; Lurrak ez, ordea, Ilargiari.

Eguzkiak ere marea-indarrak sortzen ditu, eta haien eraginez Merkurioren eta Artizarraren errotazioak ez dira erabat sinkronizatu, baina nahikoa motelduta badaude, hurbileneakoak direlako. Gainontzeko planetak urruti daude, eta efektua ahulagoa da, baina egon badago.

Nola eragiten dion Ilargiak Lurraren errotazioari

Lurrak Ilargiaren errotazioa geldiarazi badu, logikoa da pentsatzea Ilargiak ere Lurrari antzeko efektua egingo diola. Egia da. Lurrak ez dio Ilargiari beti alde bera erakusten, hau da, Lurra ez dago 'sinkronizatu-ta', baina moteltzen ari da.

Lurraren masa Ilargiarena baino askoz handiagoa denez, Lurra 'geldiaraztera' iritsi arte denbora gehiago pasatu beharko da, baina horretan dihardu: Lurreko egun baten iraupena laburragoa zen iraganean, hau da, Lurrak bizkorrago biratzen zuen.

Badaude denboran urruti joan diren ikerketa paleontologiko batzuk eta emaitza hori frogatzen dutenak [5]: esaterako, koral-fosilek ephiteka izeneko hazkunderaztunak edo geruzak dituzte. Zuhaitzen enborretan bezala, eraztun bakoitzak erakusten du zenbat hazi den koral urtebeteko zikloan. Ikerketa zehatzagoek erakutsi dute geruza bakoitzaren barruan beste geruza fina-go batzuk ere badaudela: hileroko geruzak dira, eta horien barruan beste geruza are fina-go batzuk daude. Geruza finenak eguneko hazkunderaren adierazletzat hartu dira. Paleozoikoko Devoniar garaiko (duela 400 milioi urte) koral-fosilen urtebeteko geruza baten barruan zenbat geruza fin dagoen zenbatu da: 400 eraztun. Garai Karboniferoko (300 milioi urte) koral-fosilen urtebeteko eraztunaren barruan, aldiz, 380 geruza daude. Horrek esan nahi du Lurrak 400 bider biratzen zuela urtero Devoniar garaian, eta 380 bira egiten

● **Lurrak gero eta motelago errotatzen du. Erloju atomikoen zehaztasunarekin frogatu da eguna 2,3 milisegundo luzeagoa dela mende bakoitzean.**

zituela urtero Karboniferoan. Norberak egin dezake kalkulu txiki bat, eta ikusi Devoniar garaian Lurreko egunak 22 ordu inguru irauten zuela, eta garai Karboniferoan, berriz, 23 ordu. Badakigu gaur egun 24 ordu inguru irauten duela.

Bestelako metodoekin ere emaitza bera egiaztatu da, hau da, Lurrak gero eta motelago errotatzen duela. Izan ere, erloju atomikoen zehaztasunarekin frogatu da egunak gero eta luzeago irauten duela: 2,3 milisegundo mende bakoitzean [4].

Elkarrengandik urrutiratzen

Aurreko atalean erakutsi den bezala, Lurrak Ilargiari eragiten dion efektu bera egiten dio Ilargiak Lurrari ere: errotazioa moteltzea. 19. orrialdeko 4 irudiak erakusten ditu, ezkerrean, Lurra, eta Ilargiak Lurrari eragiten dizkion indarrak (A eta B). Bi indar horiek dira Lurraren errotazioa moteltzen ari direnak, aurreko atalean aipatu den bezala. ➔

Nola sortu zen, misterio bat oraindik

Denboran aurrera egin beharrean atzera egiten badugu, kalkuluek erakutsiko digute orain dela bi mila milioi urte Lurraren eta Ilargiaren arteko distantzia askoz txikiagoa zela, Lurraren erradioa baino zenbait bider luzeagoa. Kalkulu horrek zientzialarien galdera zahar bat berpizten du: zein da Ilargiaren jatorria?

Hainbat teoria ibili izan da Ilargiaren jatorria ulertzeko. Lehen teoria batek dio, Ilargia eta Lurra, biak, gorputz bat zirela eta Ilargia Lurretik banandu zela, Lurra bizkorregi biratzen ari zelako [8]. Teoria horrek azaltzen du zergatik duten Ilargitik ekarritako harriek eta Lurreko harriek antzinatasun geologiko berdintsua. Ilargiko harrien datazioak frogatu zuen 4.500 milioi urte inguru zeuzkate-la, Lurreko harrien antzera; beraz, biek dute adin bera. Teoria horrek azaltzen du, baita ere, zergatik den Ilargiaren dentsitatea ($3,3 \text{ g/cm}^3$) Lurraren gainazalaren dentsitatearen antzekoa, baina ez Lurraren nukleoarenaren antzekoa. Hala ere, teoria horrek baditu zenbait hutsune: oso errotazio bizkorra behar da Lurra horrela banatzeko (3 ordu ingurukoa) eta gainera Ilargiaren orbitaren planoan Lurraren ekuatorearen planotik hurbil geratuko litzateke, gainerako planeten satelite natural gehienak bezala (gehienez, 1° edo 2°), baina Ilargiaren orbitak oso inklinazio handia dauka ekuatorearekiko (24° inguru). Bestalde, Ilargiaren masa-proporzioa oso handia da Lurrearekiko (1:81). Eguzki-sistemako satelite natural guztiek oso masa-proporzio txikiak dituzte haien planetarekiko (1:10.000 inguru), eta Ilargiarena, izan ere, eguzki-sistemako handiena da.

Bigarren teoria batek dio Ilargia beste nonbait sortu zela, beste orbita

bat egiten zuela Eguzkiaren inguruan, eta, Lurraren ondotik pasatzean, Lurraren grabitateak harrapatuta geratu zela, osorik edo zati bat behintzat [9]. Teoria horrek azaltzen du zergatik den Ilargiaren masa-proporzioa beste satelite naturalena baino askoz handiagoa, eta zergatik dituzten konposizio ezberdinak. Titanioa, vanadioa eta beste metal arin batzuk askoz ugariagoak dira Ilargiaren gainazalean Lurrean baino, eta, aldiz, burdina askoz eskasagoa da Lurrean baino. Teoria horrek azaltzen du, baita ere, zergatik duen Ilargiaren orbitak eliptikarekiko hain angelu txikia (5° inguru), Lurraren ekuatorearekiko baino askoz txikiagoa. Hala ere, teoria horrek ere hutsuneak ditu: ez da batere erraza gorputz bat espazioan harrapatzea, angelu eta distantzia oso zehatzak behar baitira eta denbora-tarte zehatz batean energia-galera handia behar baita. Beharbada Ilargia apurtu egingo zen Lurretik hurbil zegoenean, eta zati bat Lurrera erori eta bestea orbitan geratuko zen. Gertakari horren probabilitateak urriak dira, baina posible, izan, ba da.

Hirugarren teoria batek dio, espazioko eskualde berean edo oso hurbil sortu zirela biak batera, baina ez zirela elkartzera iritsi [10]. Teoria horrek saihestu egiten du zorizko harrapatzearen

gertakizun probabilitate gutxiko hori, baina ez du azaltzen zergatik dituzten hain konposizio ezberdinak. Biak batera eta espazioko eskualde berean sortu balira, konposizio berdintsuak izan beharko litzukete.

Gaur egun nagusitzen ari den teoria, laugarrena, aurrekoen konbinazio bat da; alegia, Marteren antzeko tamaina zeukan protoplaneta batek (Theia) talka bortitz bat jasan zuen protolurrearekin duela 4.500 milioi urte [11]. Talka izugarri horrek hondakin-multzo handia utzi zuen Lurraren inguruan eta, milioika urtean zehar, kondentsatzen joan ziren hondakin horiek Ilargia osatu arte. Horrek azaldu dezake zergatik den hain handia Ilargiaren masa Lurrearekin alderatuta, zergatik duen hain orbita inklinatua ekuatorearekiko eta ez hain inklinatua ekliptikarekiko, zergatik duen hain konposizio ezberdina eta zergatik duen Lurraren adinaren antzekoa. Hala ere, horrelako talka baten baldintzak oso zehatzak eta bereziak izan behar dute (bi planeten masak, abiadurak eta angeluak), eta azken xehetasuneraino ez badira zehazki betetzen, talkaren ondorioak oso bestelakoak izango dira: gorputz biak itsatsita gera daitezke, edo zati bat itsatsi eta besteak ihes egin dezake, edo, erakarri bai, baina talkarik egin gabe ihes egin dezake.

Kalkuluetan ez da zaila guk nahi ditugun ondorioak lortzeko talka aurreko baldintzak ezartzea. Horrela eredu matematikoei ia edozein gertaera simulatu eta errepika dezakete. Baina zein probabilitate dute baldintza guzti horiek aldi berean gertatzeko?

Egia esan, oraindik misterio ugari dabil Ilargiaren inguruan.



NASA

Bestalde, irudiaren eskumako aldeak Ilargia erakusten du, eta Lurraren bi zatiek Ilargiari eragiten dizkioten indarrak (A' eta B'); izan ere, indar bi horiek aurrekoen erreakzioak dira, justu berdinak baina aurkakoak.

Ilargiak jasaten dituen A' eta B' indarrek badute osagai bat (eta nagusia) Lurraren norabidean, baina badute beste osagai bat, norabide horrekiko perpendikularra. A' indarrak pixka bat gorantz egiten du, eta B' indarrak, beherantz, baina A' indarra zerbait handiagoa da Lurraren A aldea B aldea baino hurbilago dagoelako. Beraz, marea-indarren beste ondorio bat da Ilargiak azelerazio tangenziala duela (a_t), edo abiadura handitzen ari zaiola. Abiadura handitzen bazaio, haren orbitaren indar zentrifugoa ere handitu egiten da, eta horrek eragiten du orbitaren erradioa handitzea. Hala, urteen poderioz, Ilargia Lurretik urrutiratu ari da, eta haren 'hilabetea' gero eta luzeagoa da.

● **Ilargiaren orbita**
 ● **espiral baten antzera handitzen ari da apurka-apurka; eta, urtero ia lau zentimetro ari da urrutiratzen.**

Fisikariek esaten dute energia ez dela ez sortzen, ez ezabatzen; alegia, kontserbatu egiten dela, baina mota batetik beste batera aldatuz: Lurraren eta Ilargiaren errotazioa moteltzen ari bada, energia zinetikoa galtzen arituko da; hala ere, energia hori energia potentzial bilakatzen ari da Ilargia eta Lurra elkarrengandik urrutiratzen diren heinean.

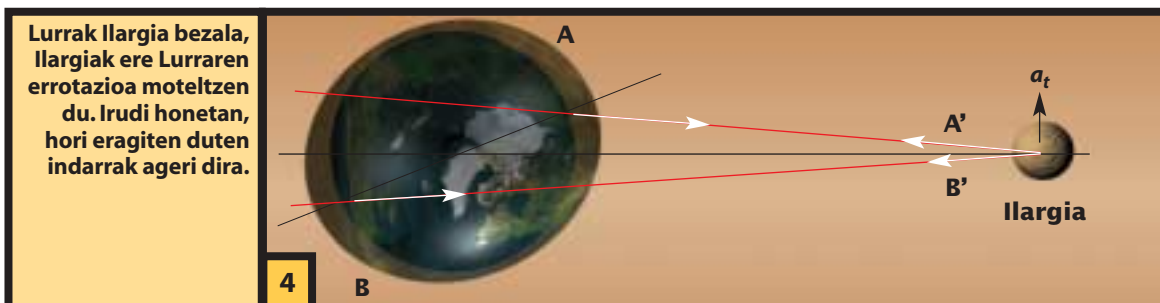
Izatez, Ilargiaren orbita ez da zirkulua ezta elipsea ere, espiral baten antzera handitzen ari da apurka-apurka.



ARTXIBOKOA

Neurketa zehatzek erakutsi dutenez, Ilargia urtero ia lau zentimetro ari da urrutiratzen [6].

Noiz arte iraungo du Lurraren errotazioaren motelte horrek? Eta noiz arte egongo da Ilargia Lurretik urrutiratzen? Kalkuluek diote Ilargiak urrutiratzen segituko duela ehuneko hirurogei handitu arte gaur eguneko distantzia. Ordurako, Lurreko errotazioa motelduta egongo da, eta egunaren iraupena Ilargiaren hilabetearen berdina izango da, eta biak izango dira berrogeita hamabost egun ingurukoak [7] (esaldi horretako 'eguna' gaur egungo egunaren iraupena da). Une horretan, Lurraren deformazioa eta Ilargiarena simetrikoak izango dira bien arteko norabidearekiko, hau da, Ilargitik ikusita ere Lurrak beti erakutsiko du alde bera, eta beste aldea ezkutuan gordeko du, baina hori gertatu arte milaka milioi urte beharko dira. ☐



Lurra Ilargia bezala, Ilargiak ere Lurraren errotazioa moteltzen du. Irudi honetan, hori eragiten duten indarrak ageri dira.

4

G. ROA

Erreferentziak:

[1] BARANDIARAN, M. ETA IRAZABALBEITIA, I. "Urrats txikia gizon baten-tzat...", *Elhuyar Zientzia eta Teknika*, 1989/11/01. <http://www.zientzia.net/elhuyar.asp>

[2] SUSAETA, T. "Marea gora, marea behera", *Elhuyar Zientzia eta Teknika*, 1999/02/01. <http://www.zientzia.net/elhuyar.asp>

[3] "Tidal locking", Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal_locking

[4] *Ocean Tides and the Earth's Rotation*, IERS Special Bureau for Tides <http://bowie.gsfc.nasa.gov/ggfc/tides/intro.html>

[5] TREFIL, J.S. *Un científico a la orilla del mar*, Editorial Planeta, 1989. 5 kapitulu, "La otra cara de la luna", 66-80 or.

[6] *Measuring the Moon's Distance*, Apollo Laser Ranging Experiments Yield Results, LPI Bulletin, 72. zk., 1994ko abuztua, <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEhelp/ApolloLaser.html>

[7] GLADMAN, B. ET AL., "Synchronous Locking of Tidally Evolving Satellites", *Icarus* 122: 166, (1996), 166-192 or.

[8] BINDER, A.B. "On the origin of the moon by rotational fission", *The Moon*, 11. alea, 1974ko iraila-urria, 53-76 or.

[9] MITLER, H.E. "Formation of an iron-poor moon by partial capture, or: Yet another exotic theory of lunar origin", *Icarus*, 24. alea, 1975eko otsaila, 256-268 or.

[10] STEVENSON, D.J. "Origin of the moon - The collision hypothesis", *Annual review of earth and planetary sciences*, 15. alea (A88-18742 06-91), 1987, 271-315 or.

[11] CANUP, R.; ASPHAUG, E., "Origin of the Moon in a giant impact near the end of the Earth's formation", *Nature* 412 (2001): 708-712.

Egur hila, erreka bizia

Aristegi Urkia, Lide
Biologoa



L. ARISTEGI

Esaera zaharrak honela dio: mendiko egur iharra, alferraren indarra eta pobrearen arrazoia, denak berdin. Alegia, batek ere ez duela ezertarako balio. Lan honetan saiatuko gara frogatzen hori ez dela beti horrela, eta mendiko egur hilak, baita erreketan bustita dagoenak ere, garrantzi ekologiko handia duela.

Ibar-basoek garrantzi handia dute, erreka zein ibaietako ura fresko eta garbi mantentzeaz gain, bertako biztanleei bazka ugari eta habitat egokiak eskaintzen baitizkiete. Basootako zuhaitzak hil eta ibilguetara erortzen dira tarteka. Askotan pentsatzen dugu zuhaitz erori horiek kaltea besterik ez dutela sortzen, uholdeen arriskua emendatzen dutela. Egur hilak, ordea, zeregin ekologiko garrantzitsua izaten jarraitzen du. Uretan pilatzen diren zuhaitz, enbor, sustrai eta adarrek sedimentuekin, bizidunekin eta urarekin bat egiten dute, eta elkarri eragiten diote. Egitura horien kontra gero eta materia gehiago pilatzen joaten da, presa egonkorak sortuz, eta horiek eragin handia dute ibai-ekosistemen egitura eta funtzionamenduan.

Gizakiak eragin nabarmena izan du Europako basoetan gutxienez azken 6.000 urteetan. Euskal Herrian, baso zabalak moztu edo erre ziren larre bilakatzeko, eraikuntzarako materialak lortzeko edota egur-ikatza egiteko. Horrela, erreka eta ibaietako egurra bildu egiten zen, su-egurretarako ez bazen arrain eta itsasontziei pasabidea errazteko. Hala ere, azken hamarkadetako ikerketek erakutsi dute ibilguetako egur hilak zuzenean eragiten diola erreken osasunari.

● Azken ● hamarkadetako ikerketek erakutsi dute ibilguetako egur hilak zuzenean eragiten diola erreken osasunari.

Egurra modu askotara irits daiteke ubidera: elurte eta haizeteetan, ertzetako malden higaduraren ondorioz edota ihartutako zuhaitzak erorita. Prozesuotako bakoitzaren garrantzia kokapen eta ibar-baso motaren arabera da; adibidez, erreka-malkarretan luitziek egur asko sartzen dute; ordokikoetan, meandroen migrazioek. Behin egurra uretara erortzen denean,

bertan atxikita gera daiteke, edo ibaiak beherantz garraia dezake. Erreka txikietan maiz egur-presa egonkorrak sortzen dituzte enborrek; handietan, berriz, pila mugikorrakoak.

Egurrak ibilguaren itxura moldatzen du, putzu eta ur-jauziak eratuz. Putzuok estaldura eta babes ematen diete arrain eta ornogabeiei, eta ura eta sedimentuak geldiarazten dituzte. Ur geldoan metatzen diren txintzarretan erruten dute amurrainek. Sedimentuez gain, orbela metatzen dute, bazka-sarearen energia-iturri garrantzitsua.

Erreketako egurraren garrantzia

Ura, materia organikoa eta sedimentuak atxikitzen ditu: Egurra ibilguko egitura atxikitzaileena da, materia organikoaren % 75 egurrean metatzen baita, hots, erreka urtean zehar jasoko duen bazka gehiena. Egurrak oztopoak jartzen dizkio urari, abiadura moteldu eta atxikipen-gaitasuna emendatuz. Uholdeetan urak duen indarraren ondorioz, jaki eta sedimentu ugari garraiatzen dira, eta egurraren funtzioa ezinbestekoa da une horretan.

Ubidea eta ertzak egonkortzen ditu: Sedimentuaren garraioan duen eraginengatik, egurrak ibilgua egonkortzen du; errekaen 'bizkarrezurra' dela esan daiteke. Egurraren presentziak ubide zein ertzetako higadura saihesten du erreka txiki nahiz handietan. ➔



Ubidea zeharkatzen duen enborrak presa bat eratzen du.

Euskal Herriko zenbait erreketan 300dik gora m³ egur topatzen da ibilguko hektareako; alegia, baso gehienetako zuhaitzetan baino gehiago.



L. ARISTEGI

Habitat garrantzitsuak eskaintzen ditu: Enbor handiek uholde eta harraparietatik babesten dituzte arrainak, eta itzala, bazka, errute- eta hazte-lekuak sortzen dituzte. Arrain helduen migrazioan laguntzen dute, atsedenerako ur bareak eratuz. Lehorte gogorretan, putzu sakonek babeslekua eskaintzen diete arrainei.

hegazti zein ugaztun) egur-presak erabiltzen dituzte babesleku eta behatoki gisa. Uholde-garaian, ornogabeak legar artean edota enborren atzean babesten dira.

Uraren kalitatea hobetzen du: Egurrak erreka atxikipen-gaitasuna emendatzen du, eta materia denbora gehiago mantentzen du errekan geldirik. Horrela, erreka bizidunek elikagai gisa erabiltzen dute, eta erreka arazten dute. Bestalde, egur-presek uraren oxigenazioan laguntzen dute.

Uharteak eratzea erregulatzen du: Ibai handietan egurra ez da presak eratzeko gai, baina, enborren inguruan gelditzen diren sedimentuei esker, uharteak eratzten dira.

Karbonoa gordetzen du: Egur-pilaketek karbonoa gordetzen dute denbora luzean, eta, beraz, klima-aldaketaren eraginak arintzen dituzte. Hain zuzen, Euskal Herriko zenbait erreketan 300dik gora m³ egur topatzen da ibilguko hektareako; alegia, baso gehienetako zuhaitzetan baino gehiago.

Nahiz eta egurrak erreketan garrantzi ekologiko handia izan, oraindik ere erauzi egiten da ibilguetatik, hainbat arrazoi direla medio. Esate baterako, hainbat tokitan egurrek zubiak itxi ditzake, eta uholdeetan kalteak sortu. Baina irtenbidea ez da beti egurra erauztea, diseinu egokiko zubiek ez baitute kalterik jasaten. Kasu batzuetan, arrainei pasabidea errazteko ezabatu izan dira egur-presak, kontuan hartu gabe presa horietan direla arrainen babesleku egokienak,

● Nahiz eta egurrak erreketan garrantzi ekologiko handia izan, oraindik ere erauzi egiten da ibilguetatik.

Janaria eskaintzen du: Hainbat bakterio, onddo eta mikroorganismo egur hiletan hazten dira. Ornogabe espezie batzuek egurra jaten dute.

Ornogabeen bizi-zikloak mantentzen ditu: Hainbat ornogabe-espeziaren bizi-zikloa hertsiki lotua dago egurrari. Larbak uretan eta helduak lehorrean bizi direnez, uretatik kanporatzen laguntzen die.

Babesleku garrantzitsua da: Talde guztietako uretako animalia gehienek (ornogabe, arrain, anfibio,

eta, gainera, gutxitan direla arrainen migrazioarako oztopo. Arrazoi estetikoengatik ere, erreka 'garbi' mantentzeko, maiz kentzen dira egur-egitura guztiak, horrek errekarri dakarkion kalte ekologikoa ahaztuta.

Hezkuntzak eta garapenak egurraren pertzepzioan duten eragina

Ikusi dugunez, egur hila oso garrantzitsua da ibaien kalitate ekologikorako. Gure gizartean, ordea, jende gutxi jabetzen da horretaz. Interesgarria da ikustea nola aldatzen den egur hilaren pertzepzioa leku bate-tik bestera, horrek nabarmen eragin baitezake errekek leheneratzeko garaian.

Adibidez, duela urte batzuk, 10 herrialdetan inkesta bat egin zieten unibertitate-ikasleei. Egur ugariko eta egurrik gabeko erreken argazkiak erakutsi, eta iritzia eskatu zieten. Herrialde gehienetan, ikasleek askoz nahiago zituzten egurrik gabeko errekek, naturalagoak, politagoak eta ziurragoak iruditzen baitzitzaizkien. Kontrakoa pentsatzen zuten Oregongo (AEB), Alemaniako eta Suediakoek, nonbait baso ugariko lekuak, eta errekek leheneratzen hasiak direnak. Egurraren pertzepzioa gizartearen garapen soziokulturalarekin erlazionatuta dago, beraz.

Gizarteak ez dira, noski, homogeenak. Polonian inkesta berbera egin zieten geografiko, biologiko eta ur-ingeniarietako ikasleei. Geografiko zein biologiko ikasleek, azken urteetakoek bereziki, erreketako egur hila estimatzen zuten; ingeniariak berriz ez,

oso arriskutsutzat jotzen baitzuten. Bada zer ikasia horrelako ikerketetatik, gizarteak ingurumenean duen eragin okerra gutxituko badugu.

- **Ikasleek askoz**
- **nahiago zituzten egurrik gabeko errekek, naturalagoak, politagoak eta ziurragoak iruditzen baitzitzaizkien.**

Egur hila, errekek leheneratzeko tresna

Azken urteetan, gero eta nabarmenago geratu da egur hilak zeregin garrantzitsua duela erreketan. Baina, aldi berean, agerikoa da munduko erreka eta ibai gehienetan egur gutxi dagoela, mendeetan zehar erauzi egin baita ibilguetatik. Beraz, han-hemenka hainbat leheneratze-proiektu egin dira, errekan egur hila sartu dutenak. Noski, kontua ez da erreketara egurra itsusuan botatzea. Ondo aztertu behar da zergatik dagoen egur gutxi ibilguan, zer onura ekologiko ekar ditzakeen kasu bakoitzean, eta, noski, zer kalte ekonomiko edo sozial sor daitezkeen. Garbi izan behar da



Ezkerrean, erreka natural eta konplexu bat, egur hil asko duena eta habitat bikaina eskaintzen duena. Eskuinean, ibilgua sinplifikatuta duen erreka bat.

A. ELOSEGI

A. ELOSEGI

helburua: arrainen populazioa haztea, higadura gutxitzea, eta atxikimendua emendatzea. Helburu hori betetzeko zer urrats eta zer epetan eman behar diren aztertzea ezinbestekoa da.

Hona hemen erreka edo ibaiari egurra itzuli dioten leheneratze-proiektuen adibide batzuk:

- Estatu Batuetan, bereziki mendebaldeko estatuetan, egurraren rola onartua dute, eta ibilgutik ateratzea debekatua dago. Gainera, enborrak uretara sartzen dira, arrainak ugartzeko.
- Ingalaterrako New Forest zohikaztegi estalitako goi-ordoki bat da. Duela 150 urte errekek zuzendu eta dragatu egin zituzten, eta horrek arriskuan jarri zuen zohikaztegia. Gaur egun, ibilguetan egurra bota dute, sedimentuak meta ditzan eta lurpeko uren maila igo dadin, hezeguneak leheneratze aldera.
- Alemaniako erreketan uraren kalitatea ona da, baina habitata oso kaltetuta dago, erreka gehienak aspaldi kanalizatuta baitaude. Habitat konplexu eta dinamikoagoak berreskuratzeko, egur hila sartzen ari dira erreketan, eta milaka kilometrotan egitea aurreikusten dute.

Egur hila Euskal Herriko erreketan

Euskal Herriko Unibertsitateko ikertzaileek urteak daramatzate egurrak erreketan betetzen duen funtzioa ikertzen. Emaitzek erakusten dute gure erreketako egur-kantitatea eskasa dela gizakiaren jardueren

ondorioz (ubideen garbiketa, ibar-basoaren aldaketak), eta, ondorioz, ubide askoren konplexutasun eta atxikimendua urria dela. 1995-1998 bitartean egindako proiektu batean, egurra atera zen erreka batzuetako ubideetatik. Ondorioek erakutsi zuten egurrak garrantzia zuela sedimentuen higaduraren kontrolean, materia organikoaren pilaketan eta putzuen eraketan.

Egur hilaren garrantziaz jabetuta, han-hemenka hainbat leheneratze-proiektu egin dira, errekan egur hila sartu dutenak.

Gaur egun, Europa mailan onespina jaso duen ikerketa zientifiko bat burutzen ari dira. Europako Bata-sunak LIFE izeneko proiektuak ematen ditu, tokian tokiko erakundeekin batera ingurumen-politika komunitarioa bultzatzeko. 2005eko deialdian, 182 proiektu aurkeztu zituzten, eta 54 onartu. Horien artean, seigarren gelditu zen LIFE Aiako Harria. Gipuzkoako Aldundiak eta Aiako Harria parke naturaleko udalek bultzatutako proiektuaren helburuak dira, besteak beste, erreken eta bertan bizi diren espezieen kontserbazio-egoera hobetzea.



Ubidean egurra kentzeak izan zuen ondorioa Salderrey erreka zati batean (Aguera arroan, Enkarterri). Ezkerreko argazkiko sedimentuak urtebetean desagertu ziren, eta ubidea higatu egin zen (eskuineko argazkia).



Añarbeko urtegia eta buztaneko orbel-metaketak (Aiako Harria).


L. ARISTEGI

L. ARISTEGI

Aiako Harria parke naturala balio naturalistiko handiko aldea da, eta hango errekek eta ibaiak Euskal Herriko onentsuenetakoak dira. Parkearen barruan, Añarbeko urtegia dago, gipuzkoarren erdiei kalitate goreneko ura ematen diena. Dena ez da, ordea, ona inguru horretan, eta ikerketek bi arazo aurkitu dituzte Añarbera doazen erreketan. Alde batetik, erreka-ko espezieen populazioak ez daude oso egoera onean, ez arrainak, ez eta mehatxatutako ur-satorrak edo bisoi europarrak ere. Susmoa dute ibai-habitata ez dagoela behar bezain ondo. Bestalde, Añarbeko urtegia sedimentu eta orbel pila handiak sartzen dira, urtero tona asko, eta horrek kalte egin diezaioke uraren kalitateari epe luzera.

atxikimendu-gaitasuna nahiz materia organikoaren erabileraren efizientzia handiagoak izango dira, eta erreken metabolismoa aktiboagoa.

Aukeratutako erreka-zatietan egurra sartuko da, erreka naturaletan aurki daitekeen egur-kantitatea lortu arte. Egurra sartu baino urtebete lehenago eta ondoren, hainbat aldagaiaren aldaketak determinatuko dira: ubidearen morfologia, granulometria, sedimentuaren kantitatea eta banaketa, atxikimendu hidraulikoa, elikagaien eta orbelaren atxikimendua, metabolismoa, orbelaren deskonposaketa eta perifiton, makroornogabe eta arrainen ugaritasuna eta komunitateak. Dagoeneko egin da hasierako jarraipena, eta, orain, egurra sartzea da hurrengo pausoa.

Proiektu honen bidez, ubidearen konplexutasuna eta, batez ere, erreketan egurrak duen garrantzia ezagutuko da, bai eta biotan eta ekosistemaren funtzionamenduan zer eragin duen ere. Horrela, gerorako ekintza posibleetarako informazio garrantzitsua eskuratuko da. Proiektuan, Euskal Herriko Unibertsitateko iker-tzaileak ari dira lanean, udal batzuetako, Jaurlaritzako eta Foru Aldundiko teknikarien laguntzarekin. Proiektu honen bitartez, beraz, erreka basatiagoak berreskuratzeko teknikak aztertu nahi dira, uren kalitatea bermatu, eta Aiako Harria parke naturalak duen balioa handitu, bertako zein kanpoko bisitarien gozamenarako. 

Milesker Arturo Elosegiri eta Joserra Diezi, egurren arteko pasabidea erakusteagatik eta Leire Ruizi, bidea nirekin egiteagatik. Eta, nola ez ba, Igor Aristegiri, azken bultzada emateagatik.

EHUko ikertzaileak Europa mailan onspena jaso duen ikerketa bat egiten ari dira Aiako Harria parke naturalean.

Bi arazo horiek konpondu nahian, LIFE proiektuaren barnean, egurra sartuko da urtegia doazen hainbat erreketan. Horrela, atxikimendu-gaitasuna eta materia organikoaren pilaketa emendatzea espero dute, habitat-dibertsitatea eta, era berean, organismoen (alga, ornogabe, arrain) biomasa eta dibertsitatea handituz. Ekosistemaren maila funtzionalean, elikagaien

BIBLIOGRAFIA

DÍEZ, J.R. *Dinámica y función de la madera en el sistema fluvial del Agüera*. Tesia. EHU, 1999.

DÍEZ, J.R.; ELOSEGI, A. ETA POZO, J. "Woody Debris in North Iberian Streams: Influence of Geomorphology, Vegetation, and Management". *Environmental Management* 28 (5): 687-698, 2001.

GREGORY, S.; BOYER, K.L. ETA GURNELL, A.M. "The Ecology and Management of Wood in Rivers". American Fisheries Society Bethesda, Maryland, 2003.

GURNELL, A.M.; PETTS, G.E.; HANNAH, D.M.; SMITH, B.P.G.; EDWARDS, P.J., KOLLMANN, J.; WARD, J.V. ETA TOCKNER, K. "Riparian vegetation and island formation along the gravel-bed fiume Tagliamento, Italy". *Earth Surf. Process. Landforms* 26: 31-62, 2001.

KAIL, J. ETA HERING, D. "Using large wood to restore streams in Central Europe: potential use and likely effects". *Landscape Ecology* 20: 755-772, 2005.

OPPERMAN, J.; MERENLENDER, A. & LEWIS, D. *Maintaining Wood in Streams: A Vital Action for Fish Conservation*. Kaliforniako Unibertsitatea, 2006.

LARRAÑAGA, S.; DÍEZ, J.R.; ELOSEGI, A. & POZO, J. "Leaf retention in streams of the Agüera basin (northern Spain)". *Aquatic Sciences*, 65: 158-166, 2003.

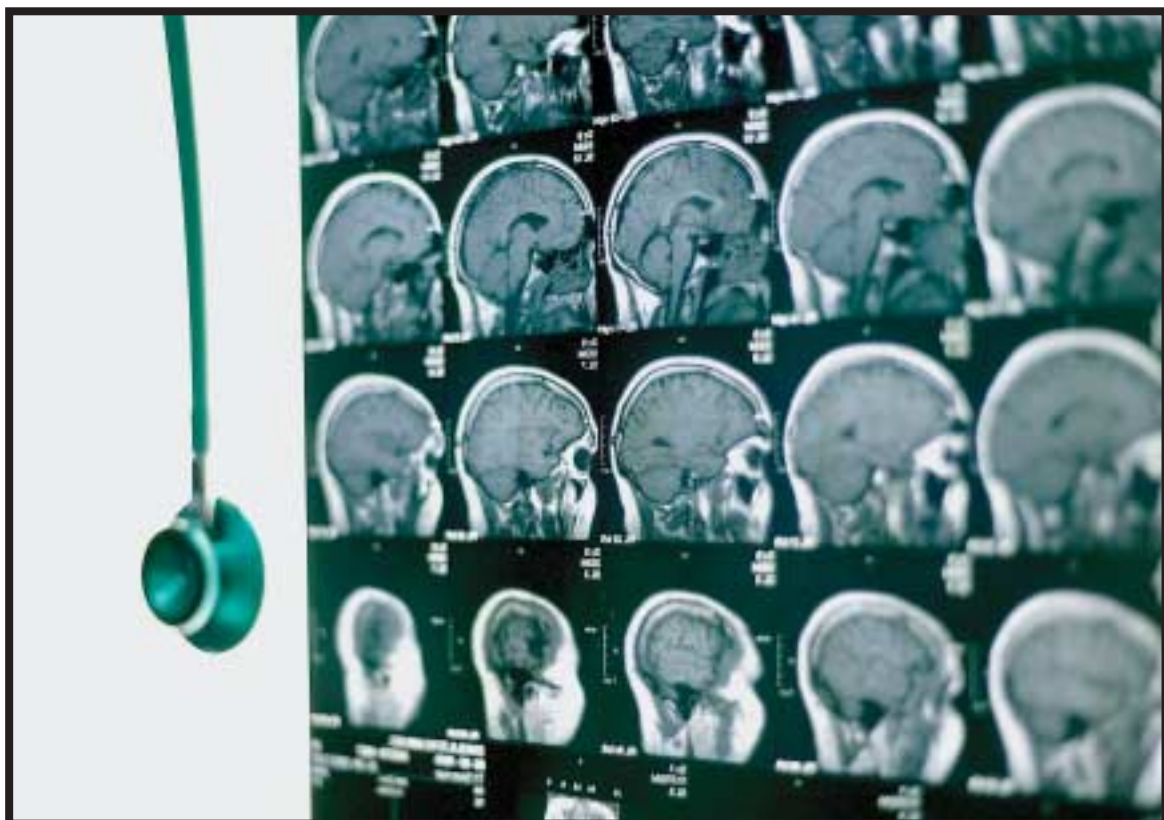
MOTT, N. "Managing Woody Debris in Rivers and Streams". Staffordshire Wildlife Trust, UK, 2005.

PIÉGAY, H. & GREGORY, K.J. *Large wood in European Rivers: dynamics, human perception, challenge for restoration and application to other areas*. European Science Foundation.

PIÉGAY, H.; MUTZ, M.; GREGORY, K.J.; RINALDI, M.; BONDAREV, V.; CHIN, A.; WYZGA, B.; DAHLSTROM, N.; ZAWIEJSKA, J.; ELOSEGI, A.; GREGORY, S. V. ETA JOSHI, V. "Public perception as a barrier to introducing wood in rivers for restoration purposes". *Environmental Management*, 36 (5): 665-674, 2005.

Ordenagailu bidezko diagnosia: ordenagailuak mediku?

Artaetxebarria Artieda, Xabier
Telekomunikazio ingeniaria



XXI. mendeko medikuntzan berebiziko garrantzia dute irudiek. Jaio aurretik ateratzen digute lehen argazkia ekografia bidez. Gaztetan, hortzetako aparatu beldurgarria jarri aurretik erradiografia bat eskatuko digu dentistak. Eta, jolas-orduko saskibaloi-partidan lurrera erortzean besoa hausten badugu, traumatologoak hezurren egoera zehatza jakin nahiko du, eta beste erradiografia bat egingo digute. Mamografia, erresonantzia magnetikoa, ekografia, positroien emisio bidezko tomografia... hainbat dira medikuntzako irudi-teknikak, baita teknika horien erabilerak ere.

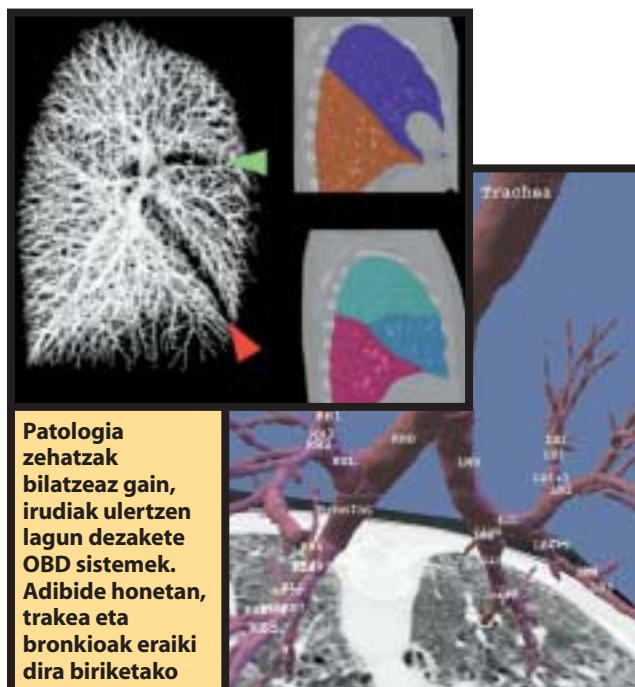
Irudi horiek interpretatzea erradiologoek lana izan ohi da. Lan horrek, espezializazio-maila altuaz gain, arreta handia eta denbora luzea eskatzen ditu. Hori dela eta, azken urteotan Ordenagailu Bidezko Diagnosia (OBD) egiteko sistemak garatu dira, ataza horiek era zehatzago eta fidagarriagoan egin ahal izateko, eta, bide batez, sendagileari zeregin neketsuenak kentzeko.

OBD sistemak: zer eta zertarako?

Ekografia, erradiografia, erresonantzia magnetikoa... asko dira XX. mendean garatutako medikuntzako irudi-teknikak. Informazio anatomikoa ez ezik, prozesu dinamikoak ere ikusteko gai gara gaur egun, hala nola konposatu kimikoen mugimenduak gorputz barruan Positroien Emisio bidezko Tomografia (PET) erabiltuta, edota burmuineko atalen aktibazioa erresonantzia magnetiko funtzionalari esker. Hardware horrek guztiak sekulako garapena izan zuen aurreko mendean, eta badirudi horrela jarraituko duela mende honetan ere.

● Ordenagailu Bidezko ● Diagnosi sistema baten helburua da medikuari irudi erradiologikoak interpretatzen laguntzea.

Teknika horiek guztiak agertzeak laguntza handia eskaintzen die medikuei gaixotasunak diagnostikatzeko eta sendatzeko orduan. Hala ere, ezin da ahaztu irudi horiek errealitatearen zati bat baino ez dutela erakusten, eta haiek interpretatzea ezinbestekoa dela. Izan ere, interpretazioa da irudi bidezko diagnosian pauso kritikoa, eta berebiziko garrantzia dute medikuaren prestaketak eta esperientziak.



Patologia zehatzak bilatzeaz gain, irudiak ulertzen lagun dezakete OBD sistemek. Adibide honetan, trakea eta bronkioak eraiki dira biriketako eskaner batetik abiatuta. Gainera, softwarea gai da biriketako bost segmentuak automatikoki banatzeko. Horrek guztiak hasierako irudi soilak baino informazio askoz aberatsagoa eskaintzen die erradiologoari eta pneumologoari.

E. HOFMANN/LOWAKO UNIBERTSITATEA

Ordenagailu Bidezko Diagnosi (OBD) sistema baten helburua medikuari —normalean erradiologoa izango da— irudi erradiologikoak interpretatzen laguntzea da. Sistema horien gaineko ikerketek 1960ko hamarkadan dute jatorria, baina oraintxe ari dira izaten bultzada handiena. Eskuarki, OBD sistema baten garapenak askotariko adituen lantalde baten partehartzea eskatzen du, adimen artifizialeko printzipioak erabiltzen baitira irudi digitalak prozesatuz galdera biologikoei erantzuteko. ➔



Ordenagailu Bidezko Tomografia-eskaner bat. Teknologia hau asko aurreratu da azken urteotan, eta asko zabaldu da. Segundo gutxian gorputz barneko organoen irudiak lortzen dira, eta irudi horiek baliotsuak dira hainbat gaixotasun aurkitzeko. Teknika garatu ahala, gero eta zehaztasun eta tamaina handiagoa dute irudiek. Ondorioz, OBD sistemak erabilgarriak dira interpretatzeko garaian.

Edozein motatako tumoreak detektatzeko erabiltzen da maiz. Adibidez, mamografia batean bularreko minbizia diagnostikatzen lagun dezakete, edo Ordenagailu Bidezko Tomografia Axialeko (OTA) irudi batean biriketako tumore milimetrokoak bilatzen. Azken adibide hori hartuko dugu OBD baten erabilgarritasuna zehaztasun handiagoz ikusteko.

● **Gaur egungo**
● **biriketako OTA irudi batek organoaren morfologia erakusten digu, milimetro bateko zehaztasunarekin, gutxi gorabehera.**

Gaur egungo biriketako OTA irudi batek organo horren morfologia erakusten digu, milimetro bateko zehaztasunarekin gutxi gorabehera. Zehaztasun handi horrek irudien tamaina handia dakar berekin. Ez da arraroa 512x512 pixeleko 400 ebakidura axial (gorputza burutik hanketara banatzen dutenak) inguru lortzea eskaner bakoitzeko. 400 irudi horietako bakoitzak biriken ebakidura bat azaltzen du, milimetro bakarrek lodierakoa eskuarki.

Datu-multzo handi horretan erradiologoak tumore bat bilatu nahi badu, banan-banan begiztatu beharko ditu 400 ebakidurak, milimetro gutxiko objektu esferiko baten bila. Lan zaila, gogorra eta erantzukizun handikoa, ezbairik gabe. Hortaz, edozein erradiolo-

goren ametsa litzateke ordenagailu-programa bat izatea, irudi osoa irakurri eta, tumorerik egonez gero, minutu gutxiren buruan haien kokalekua eta tamaina zehatza emango lituzkeena. Bada, amets hori egia bihurtzeko lanean ari dira hainbat zientzialari-talde munduan, eta helburua ez dago hain urrun. Baina nola lor daiteke halako zerbait?

OBD sistemen funtzionamendua

Lan zail guztiak bezala, atal sinpleagoetan banatuz lor daiteke berez ezinezkoa dirudiena. Nahiz eta OBD sistematik aplikazio askotan erabil daitezkeen, oro har hiru pausotan bana daiteke haien funtzionamendua.

Aurreprozesamendua

Hurrengo atazetarako irudiaren ezaugarriak egokitzea da pauso honen helburua. Esaterako, zenbait iragazki aplika daitezke irudiaren hondo-zarata gutxitze aldera, edo tamaina (pixel-kopurua) txikiagotu daiteke, hurrena aplikatuko diren algoritmoen konplexutasuna murrizteko.

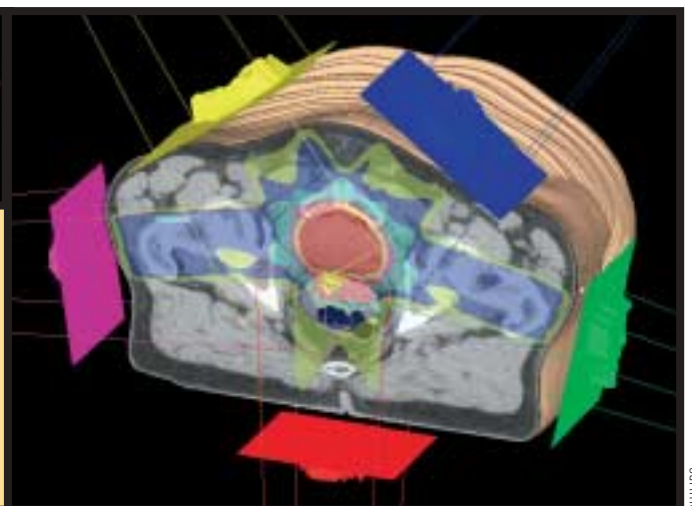
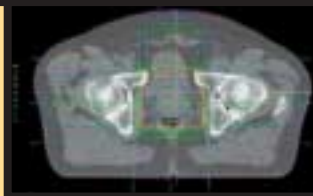
Aztertu beharreko eremuen segmentazioa

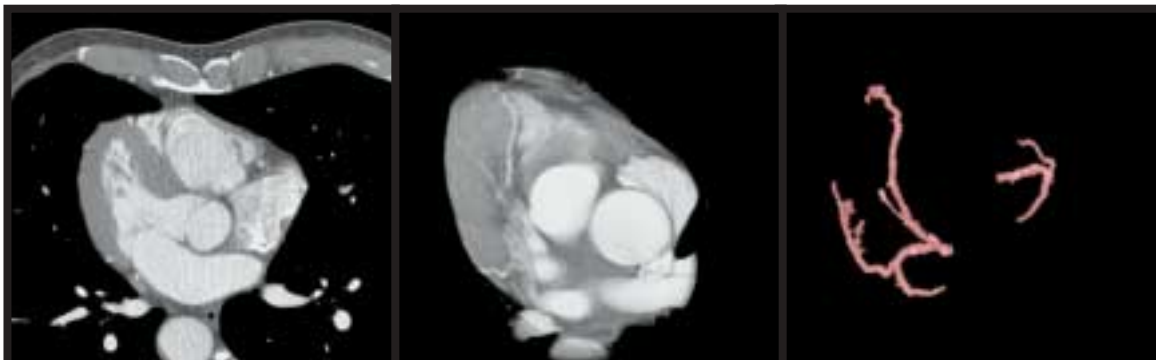
Azterketa zehatzetara pasatu aurretik, beharrezkoa izaten da irudia zenbait ataletan banatzea. Adibidez, OBD sistematik biriketako tumoreak bilatu ahal izateko, birikak aurkitu behar ditu lehenbizi. Hainbat dira segmentaziorako erabiltzen diren estrategiak, eta hilerro argitaratzen dira berriak IEEE *Transactions on Medical Imaging* eta antzeko aldizkari espezializatuetan.

Irudiaren eta segmentatu nahi den atalaren ezaugarrien arabera erabiltzen da teknika bat edo bestea. Banandu nahi dugun atalaren eta gainerako irudi-

Prostatako minbizia erradioterapiaz tratatzeko, planifikazio egokia egin behar da lehenbizi.

Horretarako, honelako eskaner-irudiak erabili ohi dira (goian). Tumoreak ahalik eta erradiazio handiena jasotzea da helburua, eta inguruko ehunek ahalik eta txikiena. Kalkuluak simulazio bidez egiten dira, irudi nagusian ikus daitezkeen bezala. Gorputzaren kanpoaldeko kolore solidoek erradiazio-izpiak adierazten dituzte. Barneko koloreek dosiaren araberako eskala dute; dosi altuena prostatan jasotzen da.





PHILIPS

Bi dimentsioko irudi-errenkada bihotzeko OTA irudi batetik (ezkerrean) abiatuta OBDAk irudi adierazgarriagoak sor ditzake. Erdian, bihotzaren hiru dimentsioko irudia dugu. Ezkerraldean, berriz, bihotzeko arteriak.

zatiaren arteko kontrastea handia bada, biriken irudietan izan ohi den bezala, pixelen intentsitatean oinarritu gaitzke segmentazioa egiteko. Hala, airea gorputzeko materialak baino ilunago agertzen denez irudian, informazio hori erabiliko da biririk bereizteko.

● **Gaur egun ez dago**
 ● **OBDA guztiz autonomorik, eta erabiltzen diren sistema guztiak sendagile batek ikuskatu behar ditu.**

Aldiz, prostata eta antzeko beste organo batzuk ehun antzekoen artean kokatuta daude. Prostataren segmentazioa derrigorrezko urratsa da gaur egun, erradioterapia-plangintzak egiteko orduan. Horrelako kasuetan, pixelen intentsitatean oinarritu ordez, programak prostataren forma eta kokapen posibleak 'ikas' ditzake aurrez segmentatutako irudietatik. Erreferentzia gisa erabiliko den irudi-multzo horri atlas deitzen zaio. Hala, ikasitako forma eta kokaleku horiek irudi berriari egokitzen saiatuko da OBDA, eta emaitza gisa prostataren segmentazio bat eskainiko diote medikuari. Baliteke proposamen hori guztiz zuzena ez izatea, eta, horregatik, medikuak normalean eskuz zuzentzeko aukera izango du.

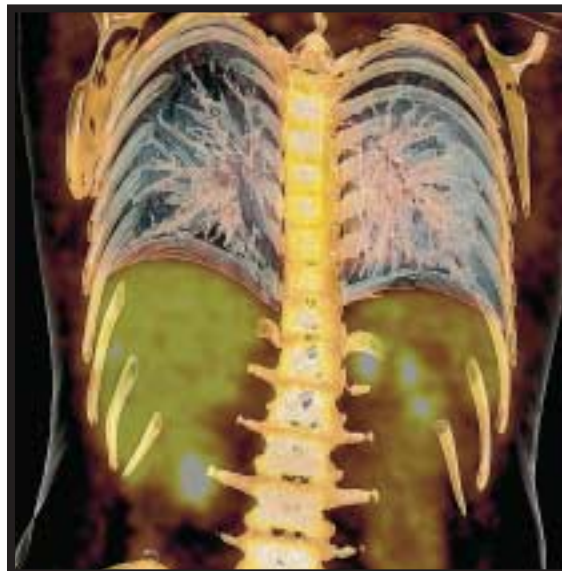
Bi adibide hauekin ikus daitezkeen bezala, segmentazioa ez da ataza erraza, eta aplikazio bakoitzari ego-

kitu behar zaio. Askotan ezinezkoa da sistema guztiz automatikoak garatzea, eta maiz erabiltzailearen partehartzea beharrezko bihurtzen da.

Sailkapena eta ebaluazioa

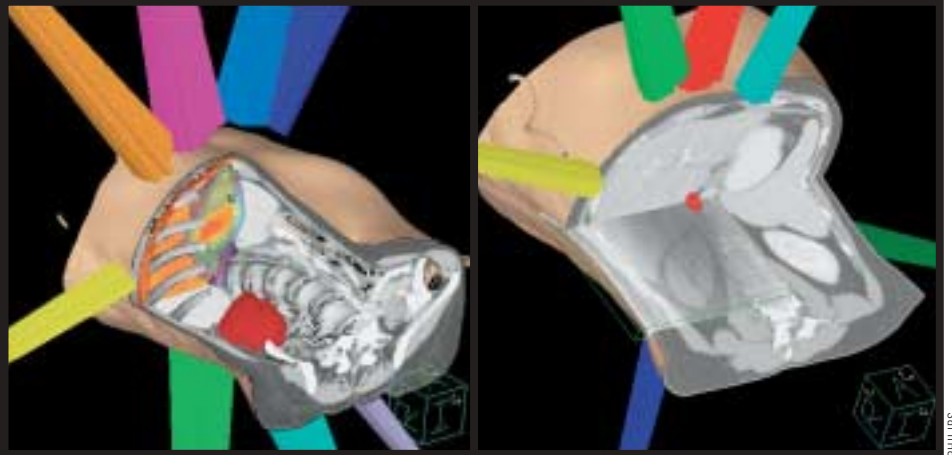
Azken pauso hau ere OBDA bakoitzaren eskakizunen arabera da. Oro har, bilatzen den patologiaren izaera, kokapena eta neurria izango dira azken emaitzak. Adibidez, aipatutako biriketako tumoreak detektatzeko programaren kasuan, tumoreen kokapena eta tamaina izango lirateke urrats honen emaitzak. Mamografiaren interpretazioaren kasuan, aldiz, minbiziak jota egon litezkeen eremuak markatuko lituzke programak. Lan hori egiteko, adimen artifizialeko teknika aurreratuak erabili ohi dira.

Laburbilduz, bigarren pausoan segmentatutako irudi-atala aztertzen du OBDAk, patologia jakinen ezaugarri bereizgarriak dituzten guneen bila. Ezaugarri bereizgarri horiek zehazteko bi modu daude: era zuzena eta zeharkakoa. ➔



SIEMENS

Hemen, OBD sistema baten hainbat erabilera batera ikus daitezke. Ezkerrean, gibleko tumore baten erradiazio-tratamendua planifikatzeko erabiltzen da. Zuri-beltzeko irudiak bi dira, bata bestearen gainean: erresonantzia magnetikoa eta X izpien bidezko eskanerra. Koloreek erradiazio-izpiak eta gorputz gaineko erradiazio-maila adierazten dituzte. Eskuinean, OTA irudi bat erabiltzen da, gibleko tumore baten tratamendua planifikatzeko.



● **Mamografiak**
 ● **interpretatzen laguntzeko sistemak izan ziren mundu mailan ospitaleetan erabili ziren lehen OBDak.**

Era zuzenean, programatzeko orduan ezartzen dira ezaugarriak, eta medikuen eta programatzaileen ezaugerak erabili behar dira horretarako. Adibidez, biriketako tumoreak normalean esferikoak eta trinkoak direla esango zaio programari, horrelako ezaugarriak bila ditzan irudian.

Zeharkako aukera adimen artifizialaren printzipioetan oinarritzen da. Labur esanda, ordenagailuak bere kasa ikastea datza, horretarako adibideak erabiliz. Esaterako, biriketako ehunka tumore ezberdin aurkez diezazkiokegu ordenagailuari, baita tumoreak ez diren biriketako beste hainbat atal ere. OBDak atal horien guztien ezaugarriak aztertuko ditu, hala nola intentsitatea, deribatu partzialak, trinkotasuna, egitura, etab. Eta, azkenik, arauak sortuko ditu ezaugarri horien guztien arabera irudi-atalak sailkatzeko, eta tumore diren edo ez esateko. Hau da, guk emandako adibideak entrenamendu gisa erabiliko ditu, tumoreek zer nolako ezaugarriak dituzten ikasteko.

Azken urrats horrek berebiziko garrantzia du, tumore bat detektatzearen edo ez detektatzearen arteko aldea oso handia baita. Gaur egungo teknikak erabiliz, ezinezkoa da % 100eko zehaztasuna erdieste. Arazo nagusia da ezin dela aldi berean sentikortasun-eta espezifikotasun-maila oso altua izan. Tumoreak egonez gero haiek aurkitzeko probabilitatea da sen-



Mamografiak oso ohikoak dira gaur egun, eta AEBn eta Herbehereetan OBDak erabili ohi dira, bigarren irakurle bezala, lesioak bilatzeko. Irudietan, dentsitate eta forma bereziak bilatzen ditu ordenagailu-programak, tumore izateko aukera handia dutenak eta erradiologoak ikusi gabe utzi ahal izan dituenak. Hala ere, sistema horien erabilgarritasuna zalantzan jarri du 2007ko ikerketa batek.

SIEMENS

tikortasuna; espezifikotasuna, berriz, tumore ez dena zuzen sailkatzeko probabilitatea. Sentikortasun altuagoa bilatzen denean, positibo faltsuen kopuruak gora egiten du halaberrez. Ondorioz, ez dago gaur egun OBD guztiz autonomorik, eta erabiltzen diren sistema guztiak sendagile batek ikuskatu behar ditu.

OBDAk errealitatean: erabilgarriak ote?

Mamografiak interpretatzeko sistemak izan ziren mundu mailan ospitaleetan erabili ziren lehen OBDAk, 1998an AEBn ofizialki onartuak izan zirenetik. Geroztik, AEBn eta Herbehereetan erabili izan dira gehienbat. Bigarren iritzia emateko erabiltzen dira, hau da, medikua ordezkatu beharrean, bigarren iritzi bat eskaintzen dute.

● Mamografiak interpretatzeko OBDez gain, biriketako tumoreak aztertzeke software batzuk ere baimendu ditu AEBko gobernuak.

Ofizialki onartu aurretik egin ziren ikerketen arabera, mamografiatan detektatu gabeko tumoreen ehunekoak jaisten zuten software horiek. Hala ere, 2007ko apirilean *The New England Journal of Medicine* aldizkari ospetsuan argitaratutako ikerketa batek zioenez, hobekuntza hori ez da inola ere aipagarria. 1998. eta 2002. urteen artean AEBn mamografiak egitera joandako 222.135 emakumeren kasuak aztertu zituzten ikerlariek. OBD sistema erabili zen kasuetan, emakumeen % 32 gehiagori deitu zioten bigarren azterketa bat egiteko, eta % 20 gehiagori bularreko biopsia egin zitzaion. Hala ere, OBD bidez aurkitutako tumore bakoitzeko, 2.000 positibo faltsu izan ziren. Artikuluaren ondorioetan ikerlariek dioten bezala, OBDAk mamografiaren interpretazioaren zehaztasun-maila nabarmen jaisten du, eta biopsia-kopuruaren igoera ez dago tumoreen detekzio-maila altuago batekin lotua.

Aipatutako artikulua emaitza garbiek hoztu egin dute OBDez inguruko baikortasun handia. Garbi



PHILIPS

Ordenagailu Bidezko Diagnosiak sendagilearen lana erraztuko du etorkizunean, diagnosi zehatzagoak denbora laburragoan egitea ahalbidetuko baitu. Hala ere, sistema hauek ez dute inola ere medikuaren beharra baztertuko, laguntzaile baino ez baitira izango.

dago sistema horiek oso lagungarri izan daitezkeela, baina ospitaleetan ezarri aurretik haien erabilgarritasuna frogatu beharra dago, ikerketa fidagarrien bidez.

Mamografiak interpretatzeko OBDez gain, biriketako tumoreak aztertzeke software batzuk ere baimendu ditu AEBko gobernuak azken hilabeteotan, beti ere software horiek bigarren iritzia emateko erabiltzeko. Hau da, OBDAk 'laguntzaile' lana egiten dute oraindik, eta ez dira inola ere medikua ordezkatzeko gai.

Baina izango ote dira etorkizunean horretarako gai? Azken urteotan arlo honetan izandako garapenak eta munduan dagoen ikerlari-kopuru handia ikusita, iragar daiteke ordenagailu bidezko diagnosiak garapen azkarra izango duela, eta baliteke uste baino lehenago zenbait eginbehar jakinetan medikuaren lana bete ahal izatea sistema horiek. Hala ere, hasieran zeregin oso jakinetarako baino ez dira erabiliko, eta beti sendagileak gainbegiratu. Teknika aurreratu ahala, gero eta ataza konplexuagoak hartu ahal izango dituzte bere gain, eta gainbegiratze gutxiago beharko dute. Lasai egon daitezke medikuak, hala ere, ez baitute besterik gabe lana galduko. Izan ere, inor ez litzateke eroso sentituko, medikuarenera joatean mantal zuri-dun pertsona baten ordezkari ordenagailu-pantaila bat topatuko balu. □

BIBLIOGRAFIA

WEBB, A. "Introduction to Biomedical Imaging", IEEE Press, 2003.

FENTON, J. ET AL. "Influence of Computer-Aided Detection on Performance of Screening Mammography", *The New England Journal of Medicine*, 2007ko apirila.

SUMMERS, R.M. "Road Maps for Advancement of Radiologic Computer-Aided Detection in the 21st Century", Editorial, *Radiology*, 2003ko urria.

HOFFMAN, E.; SIMON, B. ETA McLENNAN, G. "State of the Art. A structural and functional assessment of the lung via multidetector-row computed tomography: phenotyping chronic obstructive pulmonary disease", *Proceeding of the American Thoracic Society*, 2006ko abuztua.