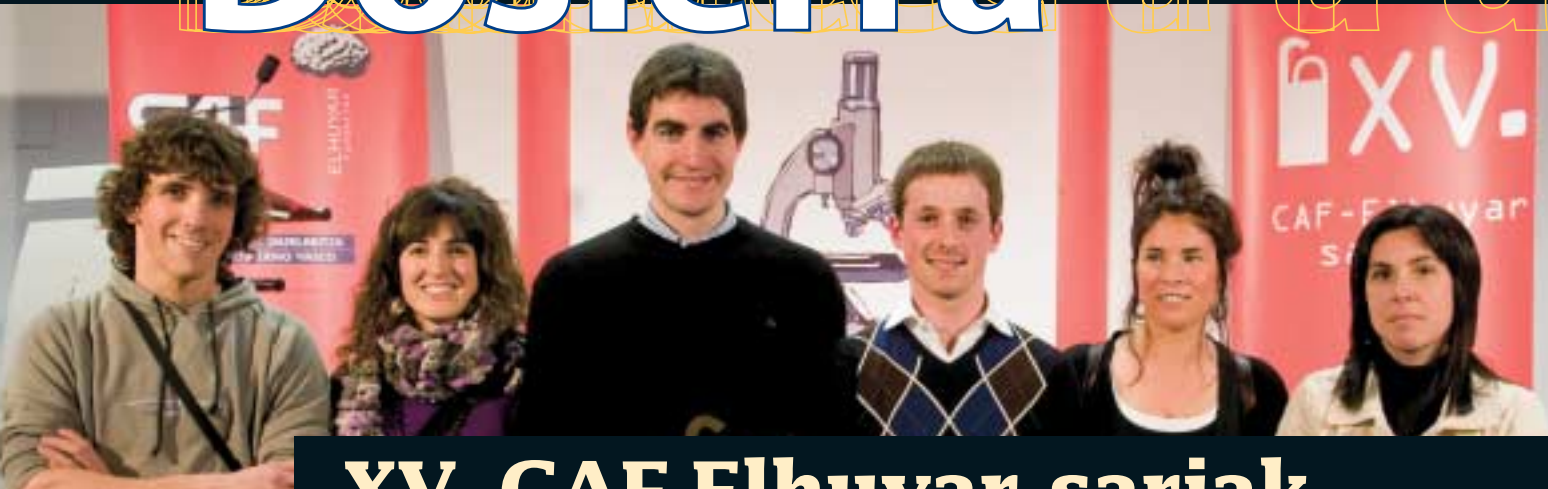


Dosierra



XV. CAF-Elhuyar sariak

CAF-Elhuyar sarietan, zahartzearen sekretuak. D:02

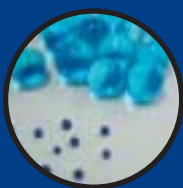
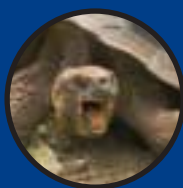
Irabazleak aurrez aurre. D:04

1. saria. Xixareak, dortoka erraldoiak eta hidra hilezkorra. D:06

2. saria. Ardagaiak, basoak pizten dituzten txinpartak. D:12

3. saria. Polimeroak, minbiziaren aurkako terapiako Troiako Zaldiak. D:19

Gazteenentzako saria. Haptika edo ukimenaren ustiapena D:25



Denborarekin, zahartu egiten gara, baina pentsatu gabe zergatik. Gogoeta hori egin du CAF-Elhuyar sarien XV. edizioan lehen saria eskuratu duenak. Bigarren saridunek zuhaitz batzuen enborrei helduta hazten den onddo bati buruz idatzi dute, ardagaiari buruz. Hirugarrenek kimioterapiari hidrogelak nola erabiltzen diren azaldu digute, eta gazteen saria eskuratu duenak ukimenaren teknologiaren egoera aurkeztu digu. Zorionak irabazle guztiei!

CAF-Elhuyar sarietan, zahartzearen sekretuak

Carton Virto, Eider
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Martxoaren 6an banatu ziren zientzia-dibulgazioko CAF-Elhuyar sariak. Lehen saria Xabier Artaetxebarriak jaso zuen, zahartzeari buruzko lan bati esker. Beste artikulu saridunetan, ardagaiak, kimioterapiarako polimeroak eta haptikaren teknologia izan dira aztergaiak.

“Xixareak, dortoka erraldoiak eta hidra hilezkorra” izenburua jarri dio Xabier Artaetxebarria telekomunikazio-ingeniari donostiarrak bere lanari. Zahartzeari buruzko azterketa egin du egileak artikuluan.

Epaimahaiaren iritziz, “artikuluak izakion zahartze-prozesuari buruzko hausnarketa bikain bat eskaintzen digu, eta hasieran zahartzea Darwinen hautespen naturalaren teoriak argitu lezakeen ala ez aztertzen

badu ere, gero kromosomen paradisu berrian sartzen da, geneek, telomeroek eta entzimek izan dezaketen garrantzia eztabaidatzeko”. Edizio honetako epaimahaia osatu duten bost kideen esanean, artikulua, “bizia eta aberatsa izateaz gain, egoki dakarzkigu bizitzari buruzko hausnarketa darwinistak”; horregatik, merezimendu osoz irabazi du lehen saria.

Ardagaiak, polimeroak eta ukimena

Sari nagusiaz gain, beste hiru sari banatu dira aurren. Hain zuzen ere, basoen mundura joan da edizio honetako bigarren saria. “Ardagaiak, basoak pizten dituzten txinpartak” lanarentzat izan da, Ostaizka Aizpuru zarautzarrak eta Antton Alberdi elgoibartarrak idatzitako artikuluentzat.

Epaimahaiaren esanean, “basoen kudeaketa egokiaren gaineko hausnarketara bideratzen gaitu lanak, eta basoko zuhaitz eroriei eta enbor iharrei buruzko ohiko iritzia aldarazten du”.

Hirugarren saria Leire Perezek eta Maite Artetxek jaso dute, haien eguneroko ikergaiari buruz idatzitako artikuluari esker. “Polimeroak, minbiziaren aurkako terapiako Troiako Zaldiak” izenburupean aurkeztu dute euren lana, eta, artikuluan, hidrogelak edo mikro/nanogelak aurkeztu dizkigute. Botikak garraiatzeko eta leku jakinetan askatzeko balio dute gel horiek, eta, horregatik, tresna baliagarriak izan daitezke minbiziaren tratamendurako. Hori egiteko modu bat jorratu dute artikuluan, epaimahaiaren ustez, “ederki asko eta era interesgarrian”.

● Epaimahaikideen ustez, aurtengo edizioa txukuna izan da, bai kalitatearen eta bai lanen kopuruaren aldetik.

Azkenik, gazteentzako sari berezia “Haptika edo ukimenaren ustiapena” izeneko lanarentzat izan da. Egilea Xabier Zabala errenteriarra da, eta, artikuluan, ukimen bidezko komunikazio-sistemei buruz hitz egin du, hau da, haptikari buruz. Haptikaren hastapenak, aplikazioak eta etorkizunean izan dezakeen



Ekitaldia bukatu ondorengo solasaldia, Elhuyar Fundazioan.



Epaimahaikideak. Ezkerretik eskuinera, Jabier Duoandikoetxea, Joseba Etxebarria, Koldo Núñez, Mikel Alvarez eta Txema Ramírez de la Piscina.

bilakaera aztertu ditu. Epaimahaiak bereziki estimatu du egileak erabili duen estilo argia eta gaia dibulgatzeko jarri duen gogoia.

Epaimahaikideen balorazioa

CAF-Elhuyar sarien epaimahaia hainbat adituk osatu dute: Mikel Alvarez Yeregi (medikua, Gurutzetako Ospitaleko zuzendari gerentea), Jabier Duoandikoetxea Zuazo (Matematikan doktorea eta EHUko irakaslea), Joseba Etxebarria Azkue (ingeniarria eta Mondragon Unibertsitateko irakasle ohia), Txema Ramírez de la Piscina Fernández (Kazetaritzan doktorea eta EHUko irakaslea) eta Koldo Núñez Betelu (Geologian doktorea eta zientzia-dibulgetzailea).

Saritutako lanak baloratzeaz gain, sariketara aurkeztutako lanen balorazio orokorra egin dute, eta nabarmendu dute aurten, lanen kopurua jaistarekin batera, kalitateak ere behera egin duela pixka bat. “Aurtengo edizioa txukuna izan da, bai kalitatearen eta lanen kopuruaren aldetik, bai jorratutako arloen barietateagatik, baina ez da bereziki nabarmentzekoa izan, oso lan bikain gutxi aurkeztu baitira” esan du epaimahaiak. Horregatik, hurrengo edizioetara begira ahalegin handiagoa egiteko deia luzatu du.

Horrez gain, gaien aldetik ere berriz ere medikuntza izan dela nagusi azpimarratu dute epaimahaikideek: “Azken urteotako ildoari jarraituz, medikuntza izan da gehien jorratu den arloa. Hain zuzen, aurkeztutako 16 lanetatik heren bat edo medikuntzakoak izan dira. Bestela, banaka zein binaka, botanika, paleontologia, ekonomia, informatika, teknologia eta elektronika izan dira arlo nagusiak”. [📄](#)

Irabazleak aurrez aurre

Roa Zubia, Guillermo
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

1. saria: Xixareak, dortoka erraldoiak eta hidra hilezkorra

Egilea: Xabier Artaetxebarria Artieda

Artikuluaren gakoa *hilezkor* hitzean dago?

Labur esanda, gaia da animalien zahartzea. Nire ustez, ez dugu gai horri buruz asko pentsatzen; bada-kigu zahartzea gertatzen dela, naturala dela, baina ez gara saiatsen ulertzen zergatik gertatzen den. Pentsatzen hasita, agian ez da logikoa.

Baduzu zuk erantzun bat?

Oso galdera zaila da. Artikuluan saiatu naiz ikuspuntu ezberdinetatik egon daitezkeen azalpenak ematen. Baina ez dago esaldi batean eman daitezkeen erantzun sinplerik.

Gai filosofikoa da.

Alde horretatik, beldurra ematen zidan gai horretan sartzea, une batetik aurrera zientziatik filosofiara pasatzen den gaia baita, eta arriskutsua iruditzen zitzaidan. Horregatik, zientziaren arloan mantentzen saiatu naiz, baina ikuspegi zabal batekin. Ez dut indarra jarri nahi izan zahartzeak zeluletan duen eraginean bakarrik.

Informazio genetikoaren eraginari garrantzia eman diozu. Zergatik?

Artikuluaren planteatzen dudun galderetako bat da ea informazio genetikoan programatuta dagoen animalien zahartzea. Horren inguruan teoria bat baino gehiago daude.

Bizidunik zaharrenak zehaztu batzuk dira. Zergatik ez dituzu landareak sartu artikuluaren?

Ni ez naiz aditua gai honetan, eta artikuluaren idazteko egin dudun azterketa animalietan zentratu dut. Dena



I. IBANEZ

den, landareetan prozesuak oso ezberdinak dira. Lau mila urteko zehaztu horietatik adaxka bat hartuta, zehaztu gazte bat sor daiteke. Ezberdina da. Alde batetik, horregatik ez ditut aztertu. Bestalde, animaliak gertuago ditugu.

Gai honetaz idatzi baduzu ere, ez zara biologoa.

Telekomunikazio-ingeniarria naiz, baina Nafarroako Unibertsitateko CIMA zentroan egiten dut lan, medikuntza aplikatua lantzen duen zentro batean, eta biologo eta medikuz inguratuta nago. Gainera, minbiziarekin lotuta dagoen proiektu batean ari naiz lanean. Hain zuzen, minbiziarekin gertatzen dena da zelulak nolabait hilezkor bihurtzen direla. Hori biologoentzat gauza normala da, baina nik ideia hori entzun nuen esan nuen: "Nola? Hilezkor?" Galdezka hasi nintzen, artikuluak eman zizkidaten irakurtzeko, eta gaian sakontzen hasi nintzen. Azkenean, minbiziaren zelula hilezkorretatik, xixareak, dortoka erraldoiak eta hidra etorri zitzaizkidan.

2. saria: **Ardagaiak, basoak pizten dituzten txinpartak**

Egileak: Ostaizka Aizpurua Arrieta eta Antton Alberdi Estibaritz

Nola aukeratu zenuten artikulua gaia?

Antton Alberdi: Egia esan, hasieran ez genuen asmorik aurkezteko, baina mikrobiologiako ikasgairako mintegi bat genuen prestatuta, eta Ostaizkak proposatu zidan gaia laburtzea, pixka bat eraldatzea eta sariketan aurkeztea. Bi astean moldatu genuen; Artikutzara joan ginen, argazki batzuk atera, ordenagailuan irudi batzuk

egin eta aurkeztu. Eta ondo atera zaigu inbertsioa.

Sariketa honetatik kanpo ere, dibulgazioan aritzen zarete, ezta?

Ostaizka Aizpurua: Badugu web-orri bat Interneten, Euskalnatu.net, eta han saiatzeko gara zientzia eta euskara lotzen, ahal den heinean behintzat. Bi urte eta erdi dira forma eman genionetik.



L. IBANEZ



L. IBANEZ

3. saria: **Polimeroak, minbiziaren aurkako terapiako Troiako Zaldiak**

Egileak: Leire Perez Alvarez eta Maite Artetxe Pujana

Zuen doktoregaia polimeroak dira. Hortik artikulua gaia?

Leire Perez: Hain zuzen ere, polimeroen barruan gure gaia mikrogelak dira, artikulua gai bera. Polimeroek medikuntzan duten erabilera bati buruz idatzi dugu.

Etorkizunean dibulgatzen jarraitzeko asmoa duzue?

Maite Artetxe: Bai. Kontua da ikusten duzula gai batzuk interesgarriak direla,

eta euskaraz ez dagoela gai horiei buruzko informaziorik. Ez badago informazio hori edo ikusten badugu gauza berriak ekar ditzakegula, badugu asmoa idazten jarraitzeko.

Ezezagunak dira polimeroak?

Leire Perez: Arlo batzuk behintzat bai, ezezagunak dira. Laborategietan egiten ari dena ez da ezagutzen, eta oso polita da.

Gazteenentzako saria: **Haptika edo ukimenaren ustiapena**

Egilea: Xabier Zabala Larrañaga

Zer da haptika?


Azkenean, haptikak aztertzen du giza-kiaren eta inguruaren arteko elkarrekin-tza, ukimenaren bidez egiten denean.

Horretan egiten duzu lan?

Ez. Ikasle nintzela, ikerketa-zentro batean aritu nintzen, eta han hasi nintzen sistema hauekin lanean. Ikasketen amaierako proiektua ere gai honi buruzkoa izan zen. Baina horren ondoren ez

dut ikerkuntzan jarraitu; industrian aritu naiz lanean.

Jarraituko duzu dibulgazioan?

Egia esan, nik uste dut aukera polita dela. Nire proiektua ez zen hain dibulgatiboa izan; nahiko gauza zehatza zen. Baina iruditu zitzaidan horrelako artikulua bat idazteko dibulgatiboa izan behar zuela, eta aukera polita iruditu zait. Errepikatzeko asmoa dut. 



L. IBANEZ

Xixareak, dortoka erraldoiak eta hidra hilezkorra

Artaetxebarria Artieda, Xabier
Telekomunikazio-ingeniaria



Dortoka erraldoiak ia berrehun urte bizi daitezke, eta *Caenorhabditis elegans* xixarea bi aste inguru. Organismo guztiak zahartzen eta hiltzen dira, abiadura ezberdinetan bada ere. Guztiak? Guztiak ez. Tropikoetako ur gardenetan bizi den hidra ez da zahartzen. Baina, zergatik zahartzen dira animalia batzuk besteak baino lehenago? Geneetan idatzia al dago organismoak zahartzera daramatzan programa? Nola liteke hautespen naturalak zahartzea bezalako prozesu bat onartu izatea? Ikus al daiteke zahartzearen eragina zelula bakoitzean? Zientzian gertatu ohi denez, erantzun bakoitzak ate berriak irekiko ditu...

Zahartzea, geneetan idatzita?

Ezbairik gabe, geneek zeresan handia dute espezieen zahartze-prozesuan. Arrazoi asko daude hori baieztatzeko, baina hau izan daiteke garbiena: bizi-itxaropenen arteko ezberdintasunak oso txikiak dira espezie bereko norbanakoen artean, espezieen arteko ezberdintasunekin alderatuta. Adibidez, efemeropteroen ordenako intsektuak ordu gutxi batzuk bizi dira normalean, eta dortoka erraldoiak, aldiz, berrehun urte bizitzera hel daitezke.

- **Hidrak, beren gorputzeko ia edozein zati birsortzeko gai izateaz gain, ez dira zahartzen.**

Berrehun urte asko den arren, aipamen berezia merezi du hidra izeneko organismo zelulaniztunak. Hidrak tropikoetako laku eta errekatxo garbietan bizi diren milimetro gutxiko animaliak dira, eta, beren gorputzeko ia edozein zati birsortzeko gai izateaz gain, ez dira zahartzen. Hilezkorrak direla esan daiteke. Bestalde, *Caenorhabditis elegans* xixarean —garapenaren genetikaren ikerketan asko erabiltzen da—, hainbat

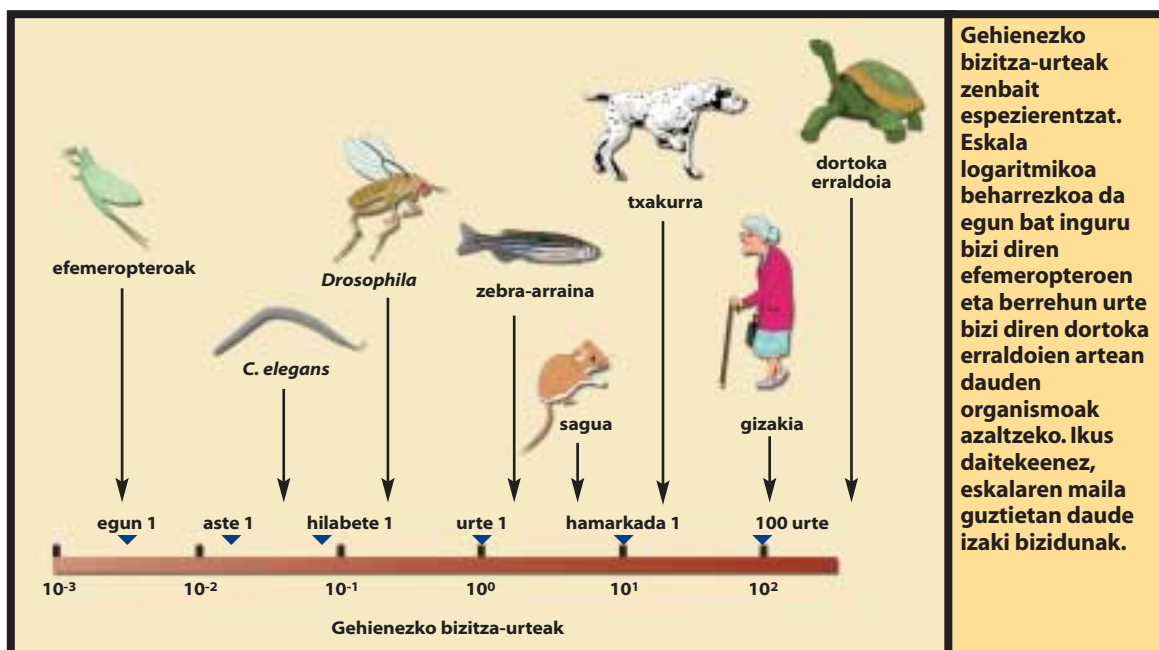


Efemeropteroak ordu gutxi batzuk baino ez dira bizitzen.

REINBB/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

gene aurkitu dira bizi-itxaropenean eragin zuzena dutenak. Gene bakarra aldatuta, animalia horien bizi-itxaropena bikoiztea lortu dute ikertzaileek.

Aurreko datuei soilik begiratuta geneetan zahartzeko “programa” bat dagoela dirudien arren, badira beste faktore batzuk ere kontuan hartu beharrekoak. Izan ere, zahartzea geneen menpe baino egongo ez balitz, biki monozigotikoek, material genetiko berbera dutenez, zahartze-prozesu bera eduki beharko lukete.



Hori ez da horrela, fetuaren garapenean, haurtzaroan eta bizitza osoan zehar faktore ugari eragiten baitute, hala nola elikadurak eta inguruko kondizioek. Horretaz gain, *C. elegans* xixarean bizitza luza dezaketen mutazioak lortu badira ere, ez da lortu mutazio genetikoaren bidez zahartze-prozesua guztiz geldiaraztea.

Darwinen ikasgaia aplikatuz

Charles Darwinek 1859an *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* plazaratu zuenean, orduko biologiaren oinarriak astindu zituen, oinarri berri batzuk ezartzeko. Gaur egun, hautespen naturala espezieen eboluzioaren funtsa delako ideia erabat zabaldua dago, baina azal al daiteke zahartze-prozesua hautespen naturalaren argitan? Ikusi dugu geneei soilik begiratuta ezinezkoa dela azaltzea; ezin dela esan geneetan zahartze programak bat dagoenik, baina bai zahartzearekin lotuta dauden geneak daudela. Orduan, Darwinen ikasgaia aplikatzen saia gaitezke prozesu hau azaltzeko. Baina naturak bizitzarako onuragarriak diren mutazioak aukeratzen baditu, nola liteke zahartze daramaten geneak egotea eta hautespen naturalak horiek ez baztertzea?

Bi teoria nagusi daude hori azaltzeko. Lehenengoa *mutazio-pilaketaren* teoria da, Medawarrek aurkeztua 1952an. Teoria horren arabera, zahartzearen ondorio negatiboak eragiten dituzten mutazioak ihes egiten diote hautespen naturalari, bizitzaren azken zatian soilik izaten dutelako eragina. Espezieen historian norbanako gutxi iritsi direnez puntu horretara, mutazio horiek eboluzioaren presiotik kanpo geratu dira, baina, aldi berean, belaunaldiz belaunaldi pilatu egin dira espezieen genomak.

Ezin da esan geneetan zahartze programak bat dagoenik, baina bai zahartzearekin lotutako geneak daudela.



MAKROAMATOR/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

Hidra. Espezie honetako norbanakoek ez dute seneszentzia edo zahartzerik jasaten. Biologikoki hilezkorrak direla esan daiteke.

Bigarren teoriak *pleiotropia antagonistiko* du izena, eta gene berezi batzuei egotzen die zahartzearen erantzukizuna. Teoria horren arabera, gene batzuek, pleiotropiko deitzen direnek, eragin bikoitza dute. Alde batetik, onuragarriak dira gaztaroan, eta, horregatik, hautespen naturalak aukeratu egiten ditu. Baina, bestalde, zahartzaroan eragin negatiboa dute norbanakoen bizirautean. Bizitza aurrera joan ahala hautespen naturalak gero eta indar gutxiago duenez, norbanako gutxiago dagoelako eta ugaltzea urriagoa izaten delako, indar gehiago du gaztaroko eragin positiboak zahartzaroko ondorio negatiboak baino. Teoria hori George Williamsek aurkeztu zuen 1957an, eta, orduetik, hainbat gene proposatu dira pleiotropia antagonistikoa frogatzeko.

Hala ere, mutazio-pilaketaren kasuan bezala, ez dago froga biribilik, eta bi teoria horiek, gene berezi batzuk agertzea eta irautea azal badezakete ere, ezin dute azaldu zahartze-prozesu osoa.

Optimizazio-problema bat

Zahartzea geneetan programatuta ez badago, eta eboluzioaren bidez ere guztiz azaldu ez badezakegu, zergatik gertatzen da? Orain arte ikusitako azalpenak



***C. elegans* xixarean, bizi-itxaropenean eragin zuzena duten hainbat gene topatu dituzte.**

nolabait bateratzen dituen teoriak erabili eta botatzeko somaren teoria du izena. Teoria horren oinarrian, somaren eta germenaren arteko bereizketa dago. Organismo batean, germena ugaltze-zelulak eta haien aitzindari diren desberdindu gabeko zelulen multzoa da, eta gainerako zelulek soma osatzen dute. Nolabait, germena hilezkorra izango litzateke, belaunaldiz belaunaldi irauten duela-ko, eta soma, berriz, erabili eta botatzekoa, ezberdina belaunaldi bakoitzean.

Organismoek eskura ditzuten baliabideak erabili behar dituzte bizirauteko eta ugaltzeko. Izan ere, somaren garapenak, mantentzeak eta konponketek energia-kantitate handia eskatzen dute. Baina ugalketak ere energia-kantitate handia eskatzen du, eta ugalketari bideratutako energia ezin zaio somaren zaintzari zuzendu. Orduan, zenbateraino merezi du soma egoera onean edukitzeko energia eslei-

tzea, beste prozesu batzuk —ugalketa, esaterako— alde batera utzita?

Erabili eta botatzeko somaren teoriak dioenez, organismoek egoera fisiologiko onean egon behar dute naturan bizirauteko aukera duten bitartean, eta helburu horrekin egiten dute baliabide-esleipena. Optimizazio-problema gisa ikus daiteke: energia-kantitate mugatu batekin, hainbat betebeharrak egin behar dira (hazi, soma mantendu, ugaltu, eta abar).

● Erabili eta botatzeko somaren teoriaren arabera, germena hilezkorra izango litzateke, eta soma, berriz, erabili eta botatzekoa.

Soma mantentzeari dagokionez, ez da zentzuzkoa horretan energia gehiegi erabiltzea, bizitza basatian biziraupena mugatua izanik. Horren adibide garbi bat sagu basatiak dira. Haien % 90 jaiotze eta 10 hilabete baino lehenago hiltzen da, gehienetan hotzez. Hala,



Pazifikoko izokina. Erabili eta botatzeko somaren muturreko erakuslea. Berebiziko esfortzua egiten dute, ozeanotik abiatuta ibai handietan gora, erruteko leku aproposetara heldu ahal izateko. Errutea egin ondoren, norbanako heldu guztiak hil egiten dira, egindako esfortzuaren ondorioz.

saguen energia-kantitate handia erabiliko dute termogenesirako (beroa sortzeko) eta ugalketarako, nahiz eta horrek soma mantentzeko energia gutxiago uzten duen. Eta, hain zuzen, energia mugatu horrek eragiten du zahartzea, soman sortzen diren kalteak ez direlako behar bezala konpontzen.

Telomerasa askoz gehiago sortuz, minbizi-zelulak gai dira telomeroen laburtzea ekiditeko, eta hilezkor bihurtzeko.

Pazifikoko izokinak erabili eta botatzeko somaren muturreko erakusleak dira. Ipar Pazifikoko ibaietan jaiotzen direnetik, hazi egiten dira, eta ugalketarako behar dituzten baliabideak lortzen dituzte. Ozeanoan daudela, seinale batek ugaltzeko garaia dela esaten die, eta baliabide guztiak horretara zuzentzen dira. Ibaien jaiotzetatik gertu errutea gertatzen denean, hil egiten dira, salbuespenik gabe. Erabili eta botatzeko soma, germen hilezkorra.

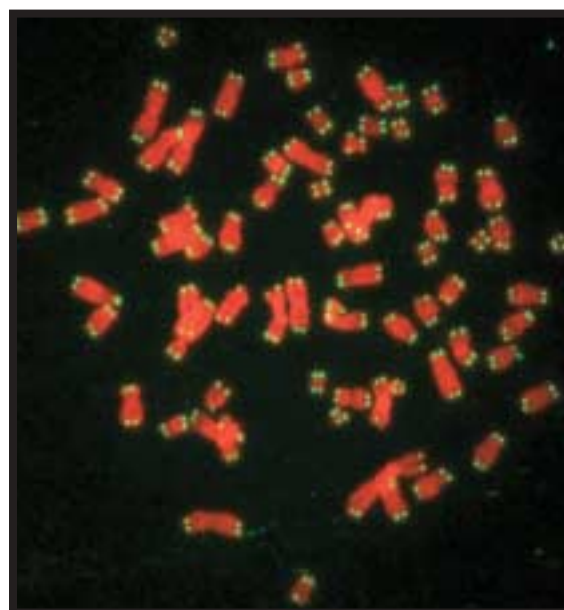
Gertuagotik begira: zelulak eta biologia molekularra zahartzean

Orain arte, zahartzea ulertzeko, hautespen naturala eta organismoa sistema oso gisa behatu ditugu. Baina ikertzaile askok beste ikuspuntu bat hartu dute abiapuntutzat: zelula bakanak eta haien barneko mekanismo molekularrak, alegia. Arlo horretan, kromosomen ertzak osatzen dituzten *telomeroek* (grekotik, *telo*: "azken", *mero*: "zati") garrantzi handia dutela uste da. Telomero bakoitza DNA-sekuentzia errepikakorrez osatuta dago, eta haren funtzio nagusia kromosomak babestea da. Zelula bat mitosi bidez zatitzen den bakoitzean, telomeroak laburtu egiten dira. Luzera kritiko batera heltzen direnean, zelulak seneszentzia-egoeran sartzen dira; hau da, ez dira guztiz hiltzen (apoptosia), baina zatitzeari uzten diote. Egoera hori 50 bat zatiketaren ondoren gertatzen da. Orduan, zer gertatuko litzateke zatiketa bako-

tzean telomeroek beren luzerari eutsiko baliote? Hori gertatzen da, hain zuzen, minbizi-zelula gehienetan, telomerasa izeneko entzimari esker. Zelula arruntek baino telomerasa askoz gehiago sortuz, minbizi-zelulak gai dira telomeroen laburtzea ekiditeko, eta hilezkor bihurtzeko.

Telomerasak telomeroen laburtzea ekidin badezake, ez al litzateke hori bizitza luzatzeko bide bat? Sagu transgenikoak erabili dira hori frogatzeko, entzima horren jarduera altua zutenak. Emaitzek erakutsi dute, ordea, biziraupena apur bat luzatzen dela, baina, era berean, minbizi-arriskua handitu egiten da. Ez da harritzekoa; izan ere, azaldu dugun bezala, telomerasa minbizi-zelulek hilezkor bihurtzeko erabiltzen duten mekanismoetako bat da.

Zahartzean ehunek birsortzeko gaitasuna galtzen dutela jakina da, eta garbi dago funtzio-galtze horretan, telomeroez gain, zelula amek ere zeresan handia dutela. Ugaztunetan, zelula ama helduak hainbat organotan daude (burmuinean, bihotzean, azalean, gibelean, eta abarretan), eta zelula-mota ezberdinetan bereiz daitezke. Hala, gai dira organismoaren mantentzea ziurtatu, eta kalteei erantzuteko. Zahartzearekin batera, gaitasun horiek behera egiten dute, baina oraindik ez dakigu zehazki zergatik. Bi dira hipotesi nagusiak: zelu-



Kromosomak eta telomeroak. Telomeroak kromosomen ertzetan daude, nukleotido-sekuentzia errepikatuak dira, eta zelula zatitzen den bakoitzean laburtu egiten dira. Horregatik uste da oso garrantzitsuak direla zahartze-prozesuan.

C. AZZALINI/ISREC



Sagu transgenikoetan ikusi dute telomeroen laburtzea saihestuz bizitza apur bat luza daitekeela; baina minbizi-arriskua handitu egiten da.

la amen berezko zahartzea (telomeroak laburtzearen bidez) edo haien funtzioa zailtzea, zahartutako ehunaren ondorioz. Mekanismo horiek hobeto ezagutzean, baliteke posible izatea zelula horiek erabiltzea zahartzeak eragindako gaixotasunak sendatzeko.

bizitza oreka termodinamikotik at mantentzen dela esan daiteke. Soma mantentzeak etengabeko esfortzua eskatzen du, eta germena garrantzitsuagoa da hautespen naturalari dagokionez. Hortaz, termodinamikaren bigarren legearen eraginez (sistemaren entropia handiagotzera bultzatzen duena), bizirauteko programak zahartzera daramatza organismoak.

Espezie guztietan, hautespen naturalak erabili eta botatzeko estrategiaren aldeko apustua egin du. Zentzu handiko apustua da; izan ere, zertarako gastatu energia gehiegi soma mantentzen, edozein istripuk, edozein harraparik, edozein unetan norbanako hori akabatu badezake? Hobe inbertsioa banatzea: energiaren zati bat soma denboraldi batean baleko egoe-ran mantentzeko eta beste zati bat germena betiko mantentzeko. Eta zein da, orduan, xixareen, dortoka erraldoien eta gainerako espezieen arteko ezberdintasuna? Gastuen proportzio-ezberdintasun bat baino ez da. Hau da, zenbat energia inberti dezakeen eta inbertitzen duen bakoitzak soma mantentzen, hazten, ugaltzen, eta bizitzeko beharrezkoak diren gainerako prozesuetan.

Eta hidra? Zientzian gertatu ohi denez, erantzun bakoitzak ate berriak irekitzen ditu... [□](#)

Espezie guztietan, erabili eta botatzeko estrategiaren aldeko apustua egin du hautespen naturalak.

Bizirauteko programatuta

Organismo guztiak (edo ia guztiak!) zahartu eta hiltzeak pentsaraz dezake geneetan horretarako programa bat dagoela. Baina, zahartzearen mekanismoei ikuspegi zabal batetik begiratuta, esan daiteke hori ez dela horrela. Ondorioa oso bestelakoa da: zahartzea bizitzearen emaitza bat da. Beste era batera ikusita,

BIBLIOGRAFIA

- RANDO, T.: "Stem cells, ageing and the quest for immortality", in *Nature*, 2006ko ekaina.
- MARTÍNEZ, D.: "Mortality patterns suggest lack of senescence in hydra", in *Experimental Gerontology*, 1998ko maiatza.
- KENYON, C.; CHANG, J.; GENSCHE, E.; RUDNER, A.; TABTIANG, R.: *A C. elegans mutant that lives twice as long as wild type*, 1993ko abendua.
- FINCH, C. E.; KIRKWOOD, T. B. L.: *"Chance, Development and Aging"*, in Oxford University Press, 2000.
- MEDAWAR, P. B.: *An Unsolved Problem of Biology*, Lewis, 1952.
- WILLIAMS, G. C.: *Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence*, Evolution, 1957ko azaroa.
- KIRKWOOD, T. B. L.: "Evolution of ageing", in *Nature*, 1977ko azaroa.
- KIRKWOOD, T. B. L.: *Understanding the odd science of aging*, 2005eko azaroa.
- AUSTAD, S. N.: "Comparative aging and life histories in mammals", in *Experimental Gerontology*, 1997ko urtarrila.
- FINKEL, T.; SERRANO, M.; BLASCO, M.: "The common biology of cancer and ageing", in *Nature*, 2007ko abuztua.

Ardagaiak, basoak pizten dituzten txinpartak

Aizpurua Arrieta, Ostaizka
Alberdi Estibaritz, Antton
Biologia-ikasleak



Supizteko ardagaia (*Fomes fomentarius*), haritz amerikar (*Quercus rubra*) hilean.

O. AIZPURUA, A. ALBERDI

Ardagaiak, garai batean laratzaren azpiko sua pizteko erabili ohi ziren onddo haiek, etnologia-liburuetako orri zaharretan galdurik gelditzen ari dira. Antzina, ardagaiak, lehortu, txikitu eta kotoi-antzeko egitura bat eginda, sua denbora luzez piztuta mantentzen zuen. Lan horretarako gehiago erabiltzen ez den arren, bere izana izandakoari, zeharka bada ere, omenaldi txikia egiten dio zuhaitz bati atxikita hazten den ardagai bakoitzak. Basoko dibertsitatearen txinparta sortzen du, eta baso-ekosistema pil-pilean, gori-gori martxan jartzen.

Zuhaitz zarpail, arrakalatu edo hiletan ikusi ohi dira ardagaiak. Urte luzez, ordea, zuhaitz lerdenak basoen osasun onaren erakusleak zirela uste izan da, eta landaketa zein parke naturala izan, zuhaitz zahar eta erdi-ustelak moztu egin izan dira, landare berriei lekua kentzen zietelakoan. Azken urteotan, baina, ikusi dugu basoetako egur erdi-usteldu eta hilak garrantzi handia duela, eta, apurka bada ere, baso-politikak aldatzen hasi dira, biodibertsitatea eta konplexutasuna handitze aldera.

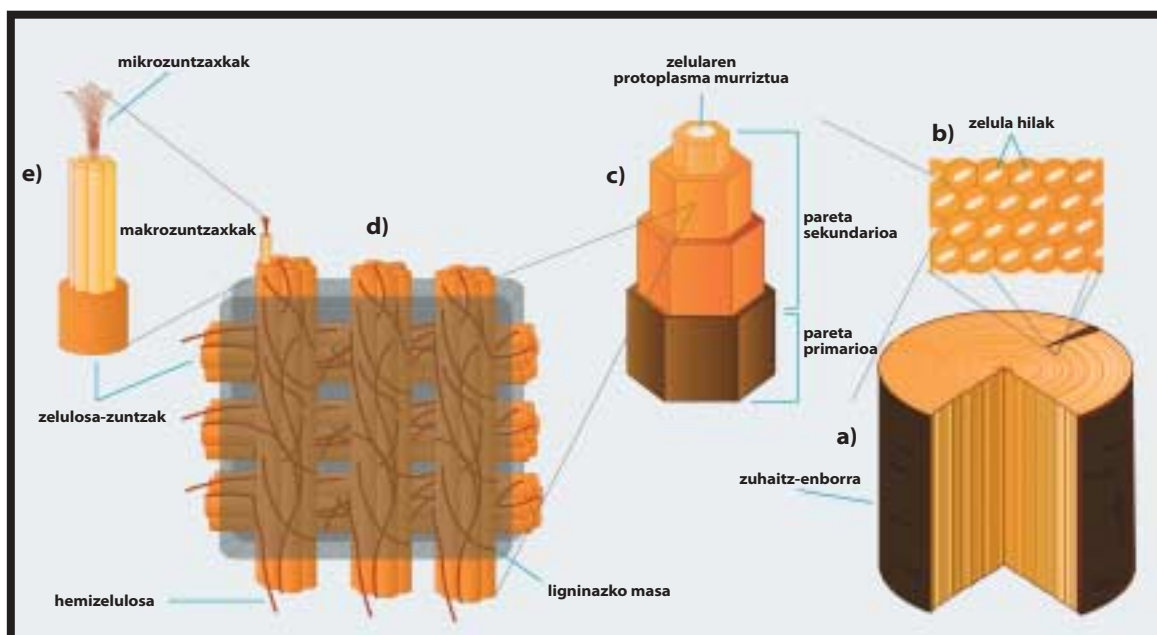
Zuhaitzek, beren bizitzako garai bakoitzean, askotariko funtzioak betetzen dituzte ekosisteman. Gaztetan herbiboro askoren bazka izaten dira; helduaroan, berriz, beren adaburu mardulak animalia askoren bizileku dira. Bizidun guztiek bezala, ordea, landare sendo eta handienek ere ahultasun-puntuak izaten dituzte, eta, naturan, haiei begira arku eta gezia prest dituzten birus, bakterio, intsektu zein onddoek ez dute beren aukera galtzen.

Izaki horien artean, landareetan zein inguruan eragin handiena dutenak onddoak dira. Ekologiaren ikuspuntutik, hiru talde nagusitan banatzen dira onddoak: landareekin elkarreraginean hazten diren sinbionteak, landare bizien ehunez elikatzen diren bizkarroiak eta materia organiko hilaz elikatzen diren

● **Ardagaiak zurez elikatzen dira, eta, horretarako, mizelio izeneko hodi-sistema erraldoiak eraten dituzte zuhaitzen enborren barruan.**

saprofitoak. Azken bi horien artean daude zuhaitzen enborretako zuraz elikatzen diren ardagaiak.

Polyporales ordenako eta haien antzeko eitea duten hainbat onddori –poliporoide izena hartzen duten ematen zaien izen arrunta da ardagaia, *Phaeolus*, *Trametes*, *Ganoderma*, *Fomes* eta *Phellinus* generokoak, kasu. Onddo horiek zuraz elikatzen dira, eta, horretarako, mizelio izeneko hodi-sistema erraldoiak eraten dituzte zuhaitzen enborren barruan; batzuk azalaren inguruan, eta beste batzuk zurgiharretaraino, zuhaitza guztiz kaltetzen dutela. Zura usteltzean, haren konposaketan aldaketa handiak eragiten dituzte, eta



O. AIZPURUA; A. ALBERDI

a) Zuhaitz-enborraren ebaketa. b) Enborra osatzen duten zelula-multzoak. Kolore argiz, murrizturiko protoplasmak; kolore laranja, pareta sekundarioak; eta, kolore marroiz, pareta primarioak. c) Zelula eta haren horma. Pareta sekundarioko tarteko geruzan hasten da ustelketa-prozesua, lignina-kontzentrazio baxuena han baitago. d) Zelula-hormaren osagaien paraera. Zelulosa-zuntzek sare antolatua osatzen dute; hemizelulosak sare hori trinkotu, eta ligninak zirrikitu guztiak betetzen ditu, eta zurruntasuna ematen dio. e) Zelulosa-zuntzak mikrozuuntzez osaturiko makrozuuntzak antolatuta sortzen dira.

horrek ondorioak ditu zuhaitzean eta inguruan. Enborraren ezaugarriak eta egitura orokorra aldatu egiten dira, eta egoera berri hori zuhaitza egoera arruntean erabili ezin duten animalia ugari aprobetxatzen dute, han gordelekuak eraikitzeke, elikatzeke eta bizimodua egiteke. Hortaz, zuhaitza usteltzen hastearekin batera, esan daiteke biziaren txinparta pizten dela haren inguruan.

Zuhaitza usteltzen hastearekin batera, esan daiteke biziaren txinparta pizten dela haren inguruan.

Zura

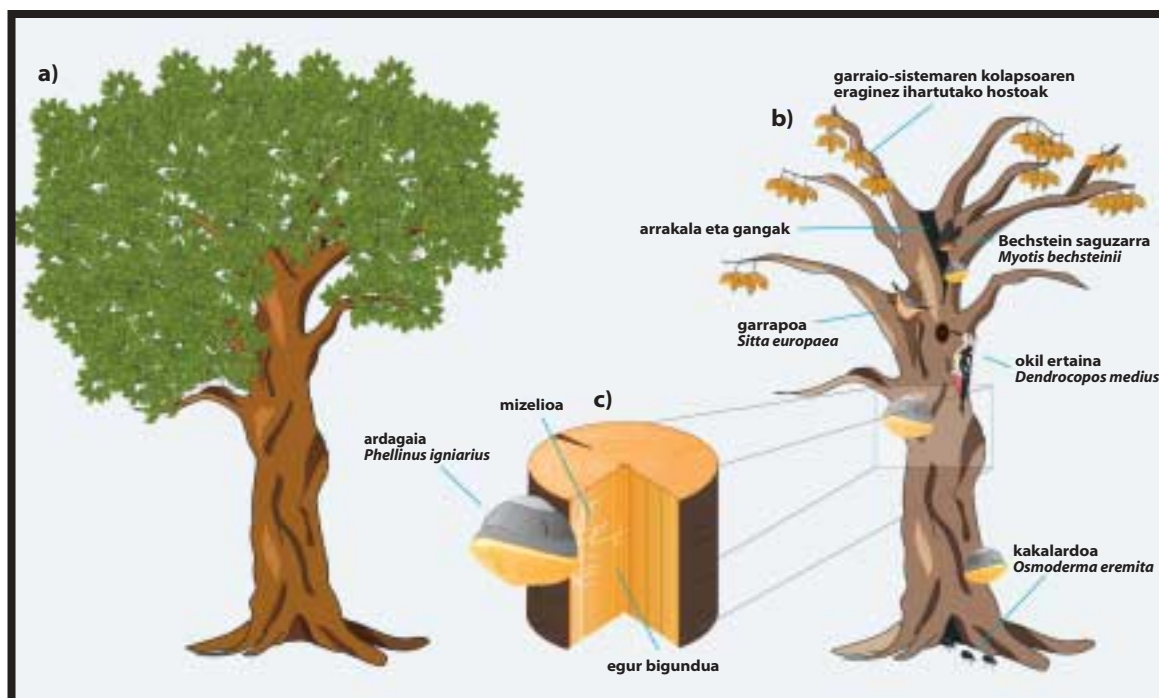
Ardagaiek enborretan duten eragina ulertzeko, ezinbestekoa da zuraren egitura ezagutzea. Zura, lodierazko hazkundera jasaten duten landareetan, garraio-elementuen metaketaz eratzen da. Zura osatzen duten

zelula gehienak hilik daudenez, ez da haien horma besterik gelditzen. Horma horiek polimero konplexuz osaturiko geruzak dira. Geruza horien artean, horma primarioa eta horma sekundarioa bereizten dira. Lehenengoa landare-zelulak zatitu ondoren sortzen da, eta pektinaz, hemizelulosaz eta zelulosaz osatuta dago. Horma sekundarioa, berriz, zelula jakin batzuetan bakarrik azaltzen da, horma primarioaren eta zelula-mintzaren artean. Horma primarioa baino mardulagoa izan ohi da, eta zelulosaz, hemizelulosaz eta ligninaz osaturik egon ohi da, batez ere. Zelularen arabera, kutina, suberina eta bestelako hainbat konposatu ager daitezke, gainera.

Zura, honenbestez, hiru konposatu nagusiz osaturik egon ohi da: zelulosa, hemizelulosa eta lignina. Hiru konposatuak oso ezberdinak dira.

Zelulosa

Landare-zelulen hormetako konposatu polimeriko nagusia da. Egitura kimiko oso sinplea du, azukre-molekula elkartuta sinplez osaturik baitago. Elkartuta hori, ordea, modu hierarkikoan antolatzen da: mikrozuntzak zuntzaketan elkartzen dira, eta horiek zelulosa-zuntzetan. Egitura kimiko sinplea duen arren, molekula arteko loturen ondorioz, forma oso konplexua gara dezake.



a) Egoera onean den zuhaitz gaztea. b) Hainbat ardagairen ekintzaz andeaturiko zuhaitza. Ustelketaren eraginez sorturiko txokoak aprobetxatzen dituzten animaliak beha daitezke. c) *Phellinus igniarius* ardagaia enborraren barruan garaturiko mizelioa.

O. AIZPURUA, A. ALBERDI



Ustelketa marroia pago-enbor hil batean. Haustura-lerroak eta zati kubikoak bereiz daitezke.

Hemizelulosa

Zelulosa ez bezala, hemizelulosa zenbait azukreraren elkarketaz sortzen den polimero luze eta adarkatua da, zelula-horma guztian barreiaturik agertzen dena. Zelulosa-zuntzen inguruan inolako antolakuntza-eredu jakinik jarraitu gabe kokatzen da haiei atxikirik. Hemizelulosa-mota guztiak ez dira zelulosa bezain egitura antolatuetan paratzen, eta, hortaz, zura andeatzen duten izakientzat eskuragarriagoak izaten dira.

Lignina

Lignina da naturan sortzen diren konposatuen artean degradatzen zailenetariko bat, eta funtzio nagusia zelulosa-zuntzei zurruntasuna ematea du. Zelulosa-zuntzak eta hemizelulosen arteko zirrikituak betetzen ditu, eta zurari sendotasuna ematen dio. Oso izaki gutxik lortu dute lignina ustiatzea. Dударik gabe, zura osatzen duten konposatu nagusien artean andeatzen zailena da, eta, beraz, baita enborraren egituren denbora gehien irauten duena ere.

Egurra usteltzea

Eguraren usteltze-prozesua luzea eta konplexua da. Era askotako bizidunek hartzen dute parte, baina, dudarik gabe, onddoak dira enbor hilen andeatzean paper garrantzitsuena jokatzen duten izakiak. Lurzorura iristen den materia organiko hilaren laurdena inguru zura da, baina bizidun gutxi dira elikagai gisa zuzenean hura ustiatzeko gai. Andeatzen diren konposatuen arabera, hiru usteltze-mota bereizten dira.

● **Enbor hilen andeatzean bizidun askok hartzen dute parte, baina onddoek jokatzen dute paper garrantzitsuena.**

Oldarkortasun-maila baxueneko usteltzea usteltze bigun izenez ezagutzen dena da. Usteltze-mota hori eragiten duten onddoek hezetasun-maila altuko eta lignina-kantitate baxuko zurari besterik ez diote eragiten. Zelulosa eta, batez ere, hemizelulosa ustiatzen dituzte, baina ekintza ez da oso bortitza izaten, eta ezta ondorioak oso handiak ere. Izenak berak dioen bezala, egurra biguntzea eragiten dute. Onddo mikroskopikoek egiten dute, batik bat, usteltze-mota hau.

Usteltze marroia egiten duten onddoek ere zelulosa eta hemizelulosa ustiatzen dituzte, baina horien ekintza askoz ere gogorragoa izaten da, eta ia era guztietako egurretan eragin dezakete. Hemizelulosa entzima bereziekin andeatzean, ur oxigenatua askatzen da, eta, horren eraginez, egurreko zelulosa eta hemize-



O. ALZPURUA; A. ALBERDI

Pago (*Fagus sylvatica*) zaharra, supizteko ardagaiak (*Formes fomentarius*) guttiz hartuta.

lulosa guztia galtzen da. Kasu horretan ere, ligninak bere horretan irauten du. Usteldura irregular horren eraginez, haustura-lerroak sortzen dira, eta egurra hainbat zati kubikotan banatzen da. Ardagai batzuek era horretako usteltzea eragiten dute; haritz-ardagaiak (*Daedalea quercina*), kasu.

Prozesu erasokorrena usteltze zuri izenez ezagutzen dena da. Kasu horretan, zelulosaz eta hemizelulosaz gain, lignina ere andeatzen da. Hiru konposatuak andeatzea ez da aldi berean gertatzen, eta lignina gainerako konposatuak ustiatu ostean degradatzen da. Hortaz, lehenik eta behin, zura bigundu egiten da; ondoren, arrakalatzea gertatzen da; eta azkenik, andeatze osoa. Era horretako usteltzea eragiten duten onddoei *lignozelulolitiko* izena ematen zaie, eta talde horretan sartzen dira ardagai gehienak. Ezagunak dira ardagai konkorduna (*Trametes gibbosa*), ardagai pipa (*Ganoderma lucidum*) eta supizteko ardagaiak (*Fomes fomentarius*), besteak beste. Usteltzea, dena den, ez da zuhaitz osoan batera gertatzen, eta, kasu askotan, lokalizatua izan daiteke. Esan nahi baita aipaturiko prozesuak zuhaitzaren zati jakin batean gerta daitezkeela, zuhaitz osoa hil aurretik.

Usteltzearen eraginak

Eguraren usteltze-prozesuaren fase bakoitzean, animaliei aukera berriak sortzen zaizkie. Zura biguntzen hastearekin batera, normalean, azala enborretik askatu ohi da. Zuraren eta azalaren artean gelditzen diren tartek paradisia izaten dira krustazeo eta intsektu askorentzat, eta baso-saguzarrak (*Barbastella barbastellus*) ere koloniak ezartzeko gordeleku gisa erabiltzen ditu. Zura biguntzeak okilei egurra zulatzeko aukerak handitzen dizkie, eta eragin hori are nabarmenagoa da Euskal Herrian galtzeko zorian den okil ertainaren (*Dendrocopos medius*) kasuan. Izan ere, gainerako okilekin konparatuta, lepoko muskuluak eta mokoak nahiko ahulak ditu, eta ez da gai egoera onean dauden zuhaitz-mota asko zulatzeko. Okil-zuloak, gainera, ez ditu okilak bakarrik ustiatzen; beste hainbat hegaztik —garrapoak (*Sitta europaea*), esaterako— eta ugaztunek —Bechstein saguzarrak (*Myotis bechsteini*), besteak beste— gordelekutzat erabiltzen dituzte.

Zuraren eta azalaren artean gelditzen diren tartek paradisia izaten dira krustazeo eta intsektu askorentzat.

Usteltzearen bigarren fasean, hemizelulosa eta zelulosa ia guztia ustiatzeak egurrean arrakala txikiak eragiten ditu. Fenomeno horretaz ere hainbat animalia aprobeztatzen dira; tartean, gau-saguzar arrunta (*Nyctalus noctula*) eta kaskabeltz txikia (*Parus palustris*). Arrakala horiek handituz joan ahala, tamaina handiagoko animaliek ere erabiltzen dituzte enborrean sortzen diren zulo eta gangak. Hainbat hegazti harrapari gautarrek erabiltzen dituzte zuhaitz horiek habia egiteko, esaterako. Mundu guztian zaurgarrizat jotzen den *Osmoderma eremita* kakalardoak ere haritz-enborren usteltzearen eraginez sortzen diren zuloak behar izaten ditu larbak garatu ahal izateko.

Kasu askotan, zulo eta gangetan, egur ustelduarekin eta haizeak ekarritako gaiekin, substratu nahiko lodiak eratzen dira. Epifito izenez ezagutzen diren landareak

sortzeko aukera ematen du horrek; hau da, beste landare batzuen gainean, bizkarroiak izan gabe, beste landare batzuk garatzen dira.

● Egurraren usteltze-maila gorenera iristean, egur ustelduaren zatiak lurrera erortzen hasten dira, eta han amaitzen da prozesua.

Zuhaitzen andeatze-prozesu honetan, intsektuek ere aprobetxatzen dituzte beren aukerak. Egurra biguntzeak intsektuek zuhaitzean koloniak eta gordelekuak egitea errazten du. Gainera, intsektuak andeatzearen eragile aktiboak izaten dira, asko eta asko egurraren osagaiez elikatzen baitira. Intsektuek enborrean galeriak eratzean, airea barrura sartzen da, eta horrek asko aldatzen ditu enbor barruko baldintzak. Beste

kasu batzuetan, ardagaia bera erabiltzen dute babeslekuetat. Era horretan, egur barruko intsektuek elikatzen diren hegaztientzat aukera paregabea sortzen da.

Azkenik, egurraren usteltze maila gorenera iristean, egur usteldu zatiak lurrera erortzen hasten dira, eta han amaitzen da zuraren andeatze-prozesua. Gelditzen den materia organiko apurra lurrarekin nahastu, eta humusa sortzen da, zuhaitz zaharrak lagatuko zuloa beteko duten beste hainbat landare-espezie beren hazkuntzarako erabiliko dutena.

Baso-kudeaketa

Basoak, historian zehar, gizakiarentzat interes zuzena zuten baliagaiak ustiatzeko erabili izan dira Euskal Herrian. Erdi Aroan, ontziolen gorakada itzelaren ondorioz, egurra ustiatzeko erabili ziren baso autoktonoak, eta baita ongarritarako orbela eta gizaki zein animalien elikadurarako ezkurak eta gaztainak lortzeko ere. Hasiera batean basoaren jatorrizko egiturari bere hartan eutsi bazitzaion ere, poliki-poliki, gizakiak bere erara moldatu zituen zuhaitziak, eta horrek basoen homogeneizazioa eta txirotzea eragin zituen. XX. mendean, gainera, baso autoktonoak



O. ALZPURUA; A. ALBERDI

Epifitoki hazitako sorgin-iratzeak (*Athyrium filix-femina*) pago zaharren gainean.



O. AIZPURUA; A. ALBERDI

Euskal Herriko baso oso gutxitan aurki daiteke egur hila. Artikutza da horietako bat.

baztertu egin dira kanpotik ekarritako intsinis pinuaren (*Pinus radiata*) eta eukaliptoaren (*Eucalyptus globulus*) mesedetan, batez ere.


● Basoekin izan dugun eta dugun mentalitatea aldatu ezean, zaila izango da izaki askoren etorkizuna bermatzea.

Zuhaitz zahar eta erdi-ustelduek ez dute gizakiarentzat baliorik izan, horien uzta ez baita emankorra, eta egurraren kalitatea ere hala moduzkoa baita. Interesen kontrajartze horretan, ardagaiak beste aldean daude, denboran aurrera egindako zuhaitz urtetsuak ezinbestekoak baitituzte bizitzeko.

Mendiko egur ibarra, alferraren indarra, eta pobreaken arrazoia, denak berdin. Hala zioen ardagaiak etxea berotzeko erabiltzen zituen Leitzako gizon hark, nor-

beraren etxea berotuz kanpoaldea hozten zela sumatu ere egiten ez zen garai hartan.

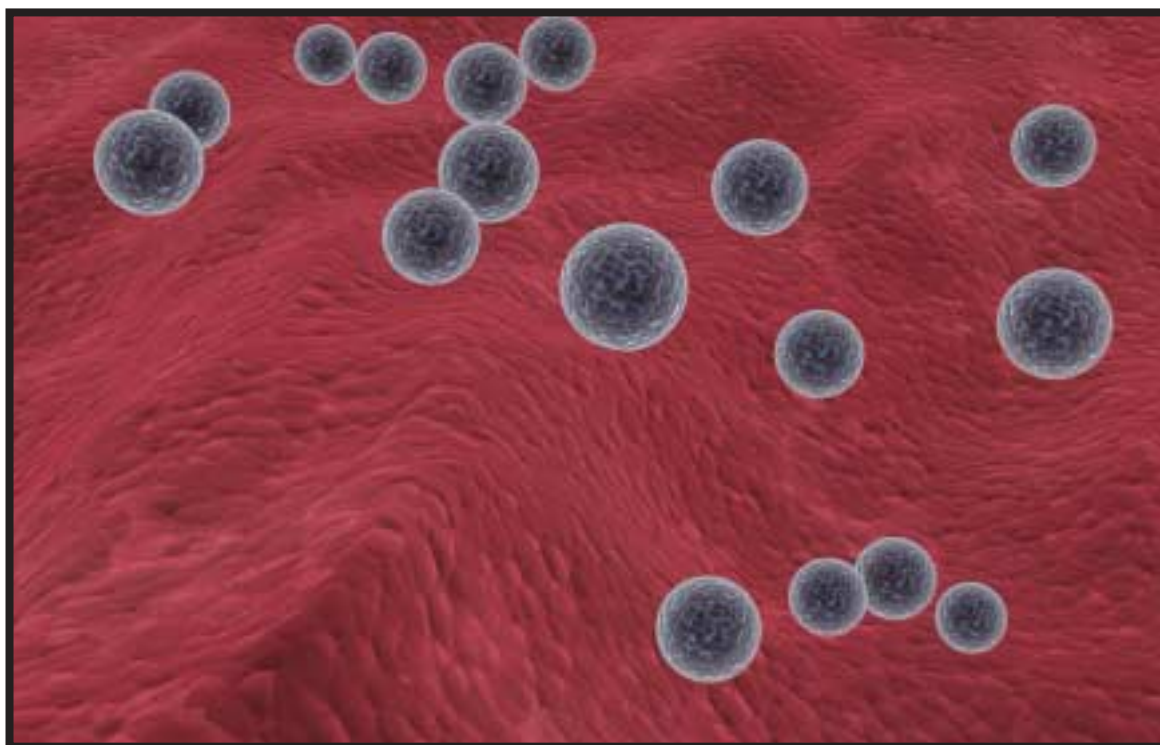
Gaur egun, ordea, ezinbestekoa da gizakiaren eta ardagaien interesen arteko gatazka hori amaitzea, baldin aurrez aipaturiko espezieak eta beste hainbat gure basoetan ikusten jarraitu nahi badugu. Bechstein saguzarra, baso-saguzarra, okil ertaina, *Osmoderma eremita* kakalardoa... ustiutzen dituzten baliagaien faltagatik galtzeko zorian dauden animaliak dira, eta gure esku dago animalia horien etorkizuna beste zidor batzuetatik bideratzea. Ardagai-espezie askoren etorkizuna ere ez dago bermatua, eta, horiek galduz gero, behinola galdu genituen baso zahar eta askotarikoak berreskuratzea ezinezkoa izango da. Basoekin izan dugun eta dugun mentalitatea aldatu ezean, zaila izango da izaki horien guztien etorkizuna bermatzea.

Hor dago gakoa. Sare konplexuak eta interakzio amigabeak, garai batean laratzapeko sua pizteko erabiltzen zen hauts magikotik eratorriak. Onddo bat, bi zuhaitz, hiru animalia. Basoa pizteko beharrezko txinparta; horratx ardagaiak. 

Arturo Elosegiri korapiloa askatzeagatik eta Andres Alberdiri hariaren ertzak lotzeagatik, eskerrik asko.
www.euskalnatura.net/ardagaiak

Polimeroak, minbiziaren aurkako terapiako Troiako Zaldiak

Perez Alvarez, Leire
Kimikan doktorea
Artetxe Pujana, Maite
Kimikan lizentziatua



ARTXIBOKOA

Munduko Osasun Erakundeak (MOE) mundu mailako izurri gisa definitzen du minbizia. Izan ere, gaixotasun hori da mundu mailako heriotzen eragile nagusietako bat, eta etorkizunerako iragarpenek diote gaixotasun horrek eragindako heriotza-tasak gora egingo duela, eta XXI. mendean zehar herrialde garatuetako heriotzen erantzule nagusi bihurtuko dela.

Esfortzu handiak egin beharko dira arazo honi aurre egiteko, eta ikertzaileen irudimena ezinbestekoa izango da. Arlo honetan, polimeroek ere zeresana izango dute; izan ere, une oro aukera berri eta askotarikoak eskaintzen dizkigute. Horren adibide ditugu hidrogelak, edo mikro/nanogelak —aurrerapen handiak ekartzen hasi dira—; minbiziaren aurkako terapian beren tokia egiten hasi dira.

Polimeroak edo makromolekulak molekula txikien, monomeroen, elkarketaz osatutako molekula erraldoiak dira. Monomero horiek elkarren ondoan kokatzen dira, eta kate luzeak eratzen dituzte, monomeroilarak balira bezala. Eguneroko bizitzan erabiltzen ditugun hainbat elementu polimeroak dira, besteak beste, plastiko izenez ezagutzen ditugunak.

● Hidrogelak ● biomaterial gisa erabiltzearen arrazoia ehun biziarekin dituzten antzekotasunak dira.

Polimero naturalak eta sintetikoak daude. Polimero naturalak —zeta, artilea edo zelulosa, esaterako— erabilera anitzeko eta garrantzi handiko materialak izan dira historian zehar. Baina, gaur egungo bizimoduan, polimero sintetikoak ezinbesteko material bihurtu dira, eta pentsaezinak ziren helburuak lortu dira; esaterako, arrautza bat apurtu gabe hartzeko gai diren polimerozko esku artifizialak fabrikatu dira.

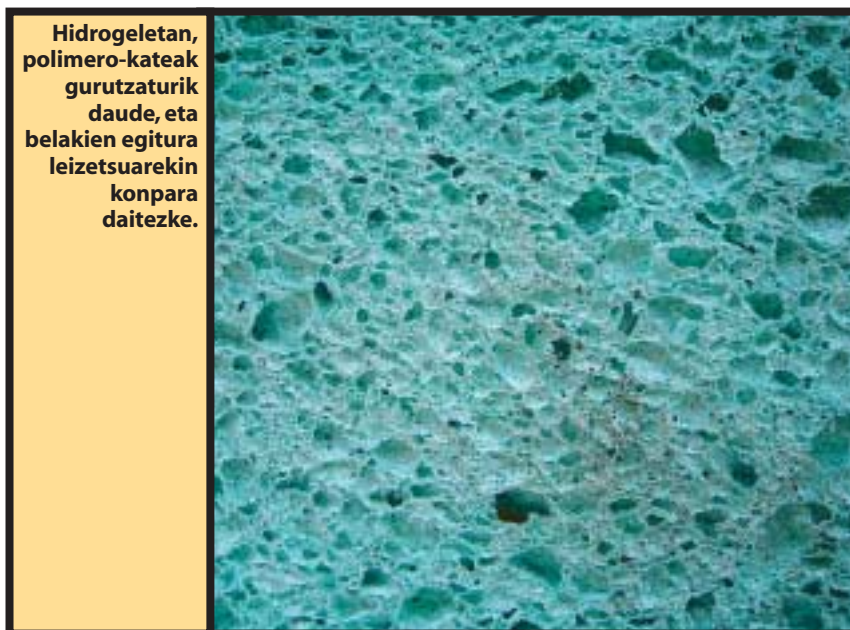
Polimero-kateak linealki, adarkatuta edo gurutzatuta egon daitezke. Azken kasu horretan, kate guztiak

kimikoki lotuta egoten dira, eta molekula erraldoi bat osatzen dute. Molekula horiek hiru dimentsiotan hedatzen den sare elastiko bat eratzen dute. Horien egitura edozein etxetan aurki daitekeen belakiaren egitura leizetsuarekin konpara daiteke.

Gurutzatutako polimero horietatik, hidrogelak dituzte ezaugarri erakargarrienak. Hidrogelek, *hidro* aurrezkiak adierazten duen moduan, urarekiko afinitatea dute. Ur-molekulak hidrogellean barrena sartzen dira, hau da, ura xurgatzen dute, eta sarean harrapatuta geratzen dira. Hortaz, hidrogela puztu egiten da, betiere hasierako itxura mantenduz. Hidrogelak gai dira beren hasierako pisua baino mila aldiz ur-kantitate handiagoak beren barnean gordetzeko. Diluitzaile gisa ura erabiltzeak abantaila handiak ematen ditu, biobateragarritasunaren aldetik. Hidrogelak biomaterial gisa erabiltzearen arrazoia ehun biziarekin dituzten antzekotasunak dira, beste edozein biomaterial sintetiko baino handiagoak baitira. Hidrogel asko material adimendun gisa ere ezagutzen dira. Kanpo-itzikapen fisiko edo kimiko baten aurrean —argia, beroa, pH-aldaketa edo erradiazioa— bolumena aldatzeko gai dira, hau da, etengailu baten bidez argia piztu eta itzaltzen den moduan, hidrogelak puztu edo hustu egin daitezke kanpo-eragileak aldatuta.

Non aurki ditzakegu hidrogelak? Ingurura begiratu besterik ez dugu hidrogelak gure egunerokoan garrantzitsuak direla ikusteko. Une honetan merkatuan dauden pixoihal eta konpresak zergatik ote dira gero eta finagoak? Kotoi-kantitatea gutxitu eta hidro-

gel xurgatzailearena hantitu egin delako da; horri esker, likidoak xurgatzeko gaitasuna areagotuz doa. Lorezaintzan ere erabilera anitz dituzte; izan ere, gai dira bere barnean ura eta ongarriak gordetzeko. Landareen beharrezan araberak, ur eta ongarri horiek pixkanaka askatzen dira, eta, hala, lurra-remankortasuna hobetu eta urreztatzea errazten da. Barne-dekorazioko azken berrikuntzetako bat lorontzietako lurra hidrogelaz ordezkatzeko da.



DRIFT WORDS

Botikak modu kontrolatuan askatzea

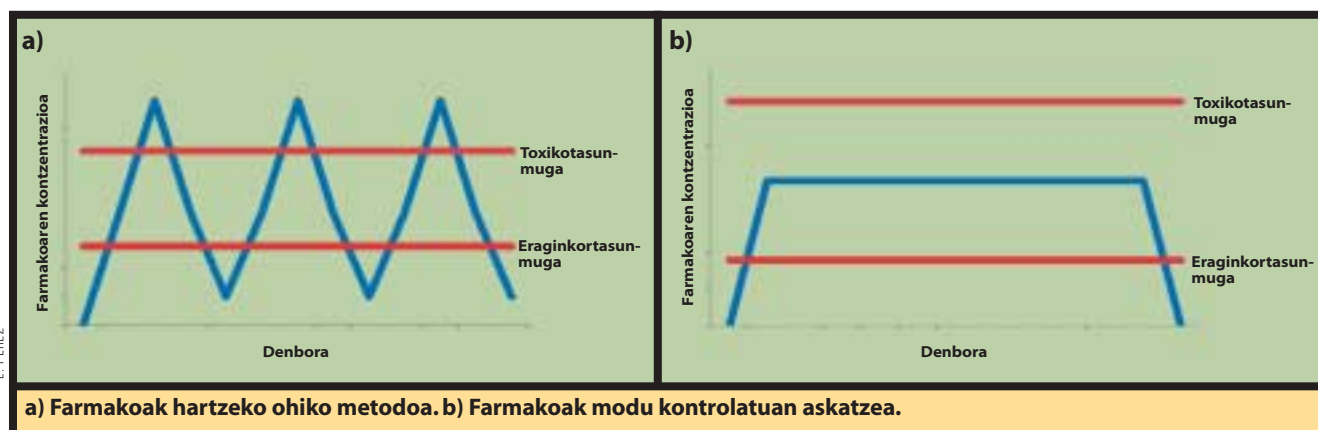
Hidrogelek beren barnean substantziak gorde eta, ondoren, poliki-poliki askatzeko gaitasuna dute; hala, 1950eko hamarkadan hainbat ikerketa egin ziren pisu molekular txikiko ongarri eta pestizidak askatzeko hidrogelak erabiltzeko. Ezaugarri hori biobateragarritasunarekin uztartuz, 1960ko hamarkadan medikuntza-arloraz zabaldu ziren, ohiko botikak hartzeko metodoek dituzten eragozpenak gaitzeko asmoz.

● Hidrogelek beren barnean substantziak gorde eta, ondoren, poliki-poliki askatzeko gaitasuna dute.

Botikak hartzeko modu tradizionala errepikatua eta dosi bakarrekoa da. Kasu honetan, sendagaiaren kontzentrazio handiak hartu behar dira, eta horrek denboran zehar horien eragina gutxitzea dakar, eta azkenean eraginkortasuna galtzea. Ondoren, berriro beste dosi bat hartu behar da. Beraz, une oro muga toxikotik muga ez-eraginkorrerako bidea egiten du botikaren kontzentrazioak. Ohiko teknologia hori ez da egokiena, batez ere iraupen luzeko tratamenduetan, minbiziaren aurkako kimioterapia-tratamenduan, adibidez.



Kasu horretan, botikaren kontzentrazioa denbora osoan muga maximoaren eta minimoaren artean egotea ahalbidetuko duen dosi bakarra da egokiena, hau da, sendagaia modu kontrolatuan askatzea. Modu horretan, botikaren kontzentrazioa konstantea izango da tratamendua irauten duen bitartean, eraginkorragoa. Helburu hori lortzeko, material ezin hobeak dira hidrogelak. Hori dela eta, 1970eko hamarkadan hidrogelen bidez pisu molekular txikiko farmakoak modu kontrolatuan askatzeko teknologia garatu zen. Orduetik aurrera, hainbat aurrerapen egin dira; esate baterako, gaur egun, hidrogelezko txatal transdermiakoak errealitate bihurtu dira. ➔



Txatal transdermikoek abantaila nabarmen bat dute: gai dira odolera pasatzen diren aktiboen dosi zehatza emateko. Hori dela eta, begi-zuloei, zelulitisari eta abarri aurre egiteko ohiko olio eta ukenduak ordezkatu dituzte. Gaur egun, oso arrunta da farmazian eta kosmetikan material horiekin topo egitea, emaitza hobek ematen dituztelako. Azken urteetan, txatalak Alzheimerraren aurkako terapian erabili ahal izatea aztertzen ari dira. Hala, gaixotasun horren kontrako sendagaiak modu horretan eman ahal izango dira.

Mikro/nanogelak

Hidrogelek duten potentziala eta gaur egun nanoteknologiak duen garrantzia ikusiz, bi ikerketabideek bat egin dute. Modu horretan, nano tamainako, milimetro bat baino miloi bat aldiz tamaina txikiagoko, hidrogelekiko interesa asko piztu da. Mikrogelen —100-1000 nanometro— eta nanogelen —0-100 nanometro— inguruko ikerketak areagotu egin dira azken urteotan. Tamaina txiki horiek oso interesgarri egiten dituzte medikuntzan, tamai-

na txikiko partikula horiek gai baitira organismo barnean askatasunez mugitzeko. Modu horretan, organismo edozein tokitara heltzea lor daiteke kirurgia erabili gabe.

Interesgarriak dira gaur egun minbiziaren aurka erabiltzen den kimioterapiaren mugak gainditzen laguntzeko.

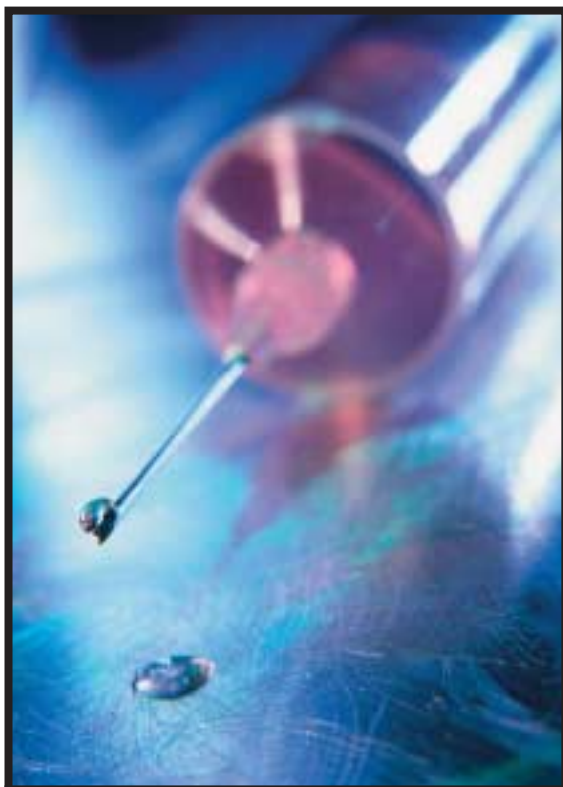
Mikrogelak azken urteetan egin dira ezagunak, baina horrek ez du esan nahi azken urteetako asmakizuna direnik; hain zuzen ere, polimeroen zientziaren hasieratik existitzen dira. XX. mendearan hasieran, poliestirenoa eta kautxua komertzializatzen hasi zirenean, balbula eta hodiak hondatzen zituzten gel-partikula txiki eta gogaikarriekin egin zuten topo; amaierako produktuen propietateak aldatzen zituzten, modu asmaezin batean. Une haietan hainbeste arazo eragiten zituzten partikula haiek erabilera handiko mikro/nanogelak dira gaur egun.

Denbora igaro ahala, zientzialariak partikula txiki horien potentzialaz ohartuz joan ziren. 1970eko hamarkadan, pintura eta bernizen osagaien parte izaten hasi ziren, eta haien propietateak hobetuz joan ziren. Osagai txiki haiei esker, pintura errazago hedatzen da margotu nahi den gainazalaren gainean. Horrez gain, iraunkoragoak eta likatasun gutxiagokoak dira.

Tamaina txikiko partikula hauen propietateak direla eta, medikuntzan ere paper garrantzitsua jokatzen hasi dira. Mikro/nanogelak farmakoen ibilgailu moduan joka dezakete. Hori dela eta, interesgarriak dira gaur egun minbiziaren aurka erabiltzen den kimioterapiaren mugak gainditzen laguntzeko.

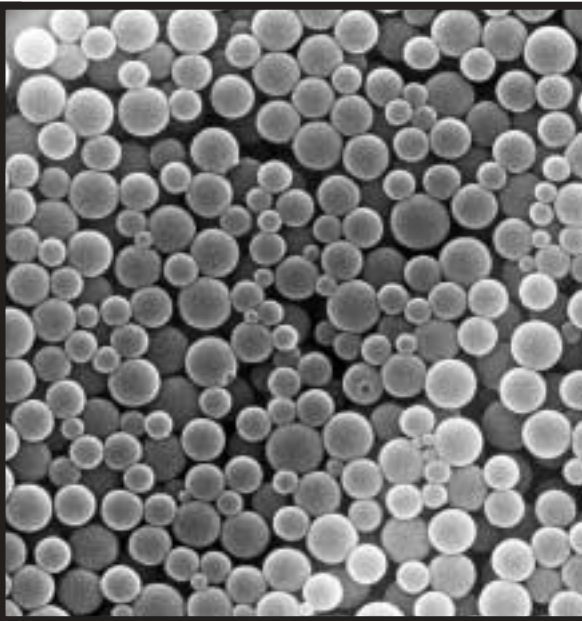
Minbiziaren aurkako terapia berriak

Minbiziaren aurkako terapia ezagun zaharrena kirurgia da. Tumore solido baten erazketaren berri azal-



ARTXIBOKOA

Minbiziari aurre egiteko sendagai eraginkor asko ezagutzen dira, baina horien eraginkortasuna baldintzatu dago, botikak emateko ohiko metodoak direla eta.



Mikrogelen irudi makroskopikoa eta mikroskopikoa.

M. ARTEIXE

● Askapen lokala, mugatua, lor daiteke, ehun osasuntsuan inolako kalterik eragin gabe.

tzen da Kristo aurreko 1600. urteko papiro batean. Gaur egun, minbizi-tumore gehienetan, kirurgiaz gain, beste zenbait tratamendu egiten dira, hala nola erradioterapia, kimioterapia eta hormoterapia edo immunoterapia.

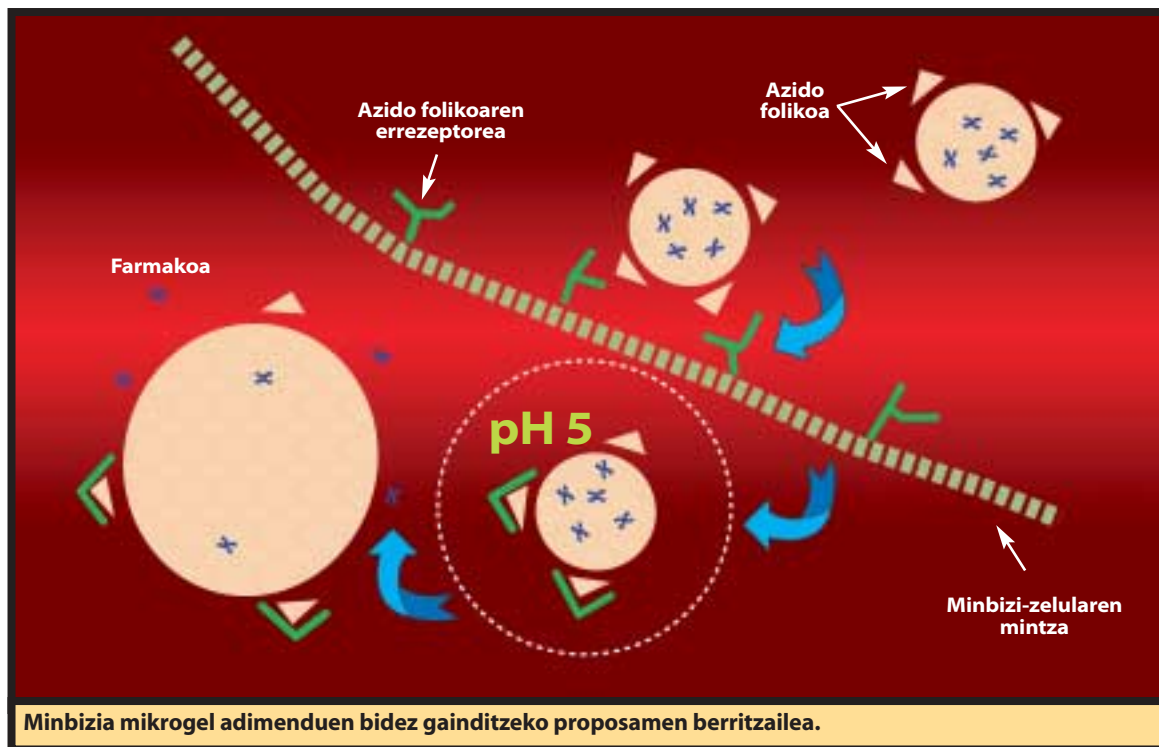
Kimioterapiak, minbizi-zelulak hiltzen dituen sendagaiak ematean oinarritzen den terapiak, etorkizun itxaropentsua du. Gaur egun, zorionez, minbiziari aurre egiteko sendagai eraginkor asko ezagutzen dira, baina horien eraginkortasuna baldintzatuta dago, ohiko administrazio-metodoak direla eta. Tratamendu oldarkorrek dira, gaixotasunari aurre egiteko farmako-kantitate handiak behar baitira. Gainera, minbizi-zelulak ez ezik, osasuntsuak ere hiltzea eragiten dute, eta albo-ondorioak sortzen dituzte. Beraz, ohikoa da kimioterapia-tratamendua jasaten

duten pertsonetan epe laburrean gorakoa, ile-galtzea, infekzioak, beherakoa, nekea... azaltzea. Epe luzean, antzutasuna, ahultasun kardiakoa, menopausia goiztiarra edo bigarren minbizi bat ager daitezke.

Ikusi da kimioterapiaren erabiltzen diren farmako batzuk baliogarriak direla minbizi-zelulak hiltzeko. Kimioterapiaren eragozpenak farmakoa modu selektiboan emanez gaindi daitezke, eta hor agertzen da ikertzaileen irudimena. Mikro/nanogelak selektibotasun hori lortzeko tresnak izan daitezke. Modu horretan, askapen lokala, mugatua, lor daiteke, ehun osasuntsuan inolako kalterik eragin gabe.

Mikro/nanogelak farmakoaren ibilgailu izan daitezke, haien barnean botika sar daitekeelako. Gainera, gel horiek kimikoki presta daitezke zuzenean tumorera heltzeko, barruan daramaten substantzia aktiboa bidean askatu gabe.

Gelak minbizi-zeluletara zuzentzeko, azido folikoa erabil daiteke —bitamina natural bat—. Minbizi-zelulek folikoarekiko afinitate berezia dute. Azken urteetako hainbat ikerketak erakutsi dute azido folikoaren errezeptoreak ugariak direla hainbat minbizi-motatan, baina mugatuak direla ehun osasuntsuetan. Esan daiteke zelula horiek bitamina honen kantitate handiak behar dituztela azkar hazi ahal izateko. Beraz, mikro/nanogela azido folikoz inguratzen bada, gela moztortuta agertuko da minbizi-zelularen aurrean.



BIBLIOGRAFIA

FUNKE, W.; OKAY, O.; JOOS-MÜLLER, B.: "Microgels-Intramolecularly Crosslinked Macromolecules with a Globular Structure", in *Advances in Polymer Science*, 136. lib., (1998), 142-235.

GUPTA, P.; VERMANI, K.; GARG, S.: "Hydrogels: from controlled release to pH-responsive drug delivery", in *Drug Discovery Today*, 10 (2002ko maiatza).

PEPPAS, N. A.; BURES, P.; LEOBANDUNG, W.; ICHIKAWA, H.: "Hydrogels in pharmaceutical formulations". in *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 50 (2000), 27-46.

SÄES-MARTINEZ, VIRGINIA.; PEREZ-ALVAREZ, LEIRE.; HERNÁNDEZ, ESTIBALIZ.; HERRERO, M. T.; KATIME, ISSA.: "pH-sensitive microgels functionalized with folic acid", in *European Polymer Journal*, 44 (2008), 1309-1322.

REDDY, JOSEPH A.; LOW, PHILIPS S.: "Folate-Mediated Targeting of Therapeutic and Imaging Agents to Cancers", in *Therapeutic Drug Carriers Systems*, 15 (6) (1998), 587-627.

Horrela, tumoreari iruzur egitea lortzen da, eta haren defentsako erantzun immunologikoa saihesten da. Modu horretan, farmakoa daraman hidrogela minbizi-zelularen barruan sartzen da. Mikro/nanogela azido folikoz inguratzean, baimen berezi moduko bat du tumore barruan sartzeko. Gertakari hori Troiako Zaldiaren gertakari ezagunarekin aldera daiteke. Kasu bietan, mozorroaren bidez etsaiaren etxera sartzea lortzen da, eta etsaia barrutik suntsitzea.

Azido folikoz inguratzen bada, gela mozorrotu egiten da, eta tumoreari iruzur egitea lortzen da.

Hidrogelek minbiziaren aurkako borrokan ekar ditzaketan aukerak ez dira hemen amaitzen. Hainbat neurketaren bidez jakin ahal izan da azido folikoz inguratutako materialek minbizi-zelularen barnean aurkitzen duten pH-a (5,5) ehun osasuntsuekiko ezberdi-

na dela (7,4). Ikerketa horien emaitzetan oinarrituz, mikrogel bereziak diseina daitezke, pH-arekiko sentikorrek direnak; pH konkretu batean puztuko lirarteke, eta sendagaia askatu. Minbiziaren kontrako terapietan, helburua da 5,5 inguruko pH-arekin puztu diren hidrogelak diseinatzea.

Beraz, mikro/nanogelak minbiziari aurre egiteko bidean beste urrats bat izan daitezke. Aurrez esan bezala, hidrogelek egitura saretua dute. Barnean farmakoa gordetzea ahalbidetzen du horrek, eta ondoren era kontrolatua askatzea. Bestalde, duen tamaina nanometrikoak organismoan zehar erraz higitzen uzten dio. Horrez gain, mikro/nanogela bi baldintza berezi betetzeko diseinatuko da. Alde batetik, minbizi-zeluletara soilik zuzentzea, azido folikoz inguratuz; eta bestetik, pH 5,5 denean soilik puzte, farmakoa pH horretan soilik askatzeko. Horrela, farmakoa modu selektiboan eta kontrolatua askatu ahal izango da. Hemen daukagu minbizia, gaixotasun zaharra, garaitu ahal izateko ikerketa berriek eskaintzen diguten jeinutasunetako bat. Ikus daitekeen moduan, hainbat zientzia-arlo —medikuntza, farmakologia, kimika...— bat egiten dute aurrera egiteko bidean. □

Mila esker Euskal Herriko Unibertsitateari proiektu hau aurrera eramaten laguntzeagatik.

Haptika

edo ukimenaren ustiapena

Zabala Larrañaga, Xabier
Industria-ingeniaria



MICROSOFT

Giza ikusmena eta entzumena baliatzen dituzten irudi edota soinu bidezko komunikazio-sistemek bilakaera handia izan dute XX. mendean zehar. Neurri guztietako koloretako telebista lauak eta milaka abesti gordetzeko moduko edukiera duten sakelako soinu-sistemak guztiz zabaldua daude gure artean. Ukimenari dagokionez, ordea, 90eko hamarkadara arte ez da ukimenaren bidez informazioa transmititzen duten gailuetan pauso azpimarragarririk eman, eta, alderaketa eginez gero, zuri-beltzeko telebistaren edo disko-jogailuen garaian gaudela esan daiteke.

Ukimenaren bitartez jaso dezakegun informazioa biziki aberatsa da. Izan ere, ukimena galduz gero, bestela konturatu ere egin gabe egiten ditugun ekintza asko eta asko ezinezkoak lirateke. Saiatu al zara zangoa inurrituta duzula ibiltzen? Edota elurra esku artean erabili ondoren oinetakoen lokarriak lotzen?

Ukimen-ahalmenik gabe, gorputzaren mugimendu neurtuak eta ingurunearekiko elkarrekintza ia ezinezkoak bihurtzen dira. Areago, hozberoak eta mina sentitzeko ahalmena galduz gero, bestela kalterik eragingo ez lukeen egoera ugari arriskutsu bihurtzen da.

● **Ukimena galduz gero, bestela konturatu ere egin gabe egiten ditugun ekintza asko ezinezkoak lirateke.**

Ukimenaren bidez informazioa transmititzen duten gailuei gailu *haptiko* deritze, eta, aurreikuspenek diotenez, XXI. mendean gizakiaren eta ingurunearen arteko komunikazio-sistema ezagunak iraul ditza-kete.



UISA LOURE

Gaur egun, Braille hizkuntza da apropos sortutako ukimen bidezko informazio-komunikabide ezagunena.

Etimologiari dagokionez, “haptika” hitzaren jatorria grekoan aurki dezakegu; hain zuzen, *haptesthai* hitzak ukimen-zentzumenari lotutako guztia barne hartzen du.

Haptikaren esanahia esaldi bakar batean trinkotu nahiko bagenu, hau esango genuke: *Haptika gizakiaren eta ingurunearen arteko ukimen bidezko komunikazio-sistemen ikerketa, garapena eta erabilera aztertzen dituen zientzia da.*

Haptikaren hastapenak

Eguneroko zereginetan objektuak ukitzean, horiek, etengabe, indarrak eta sentipenak atzeraelikatzen dizkigute. Ukimenari esker, gai gara jatorri mekaniko, termiko, kimiko eta elektrikoa duten estimuluak hautemateko eta barnartzeko.

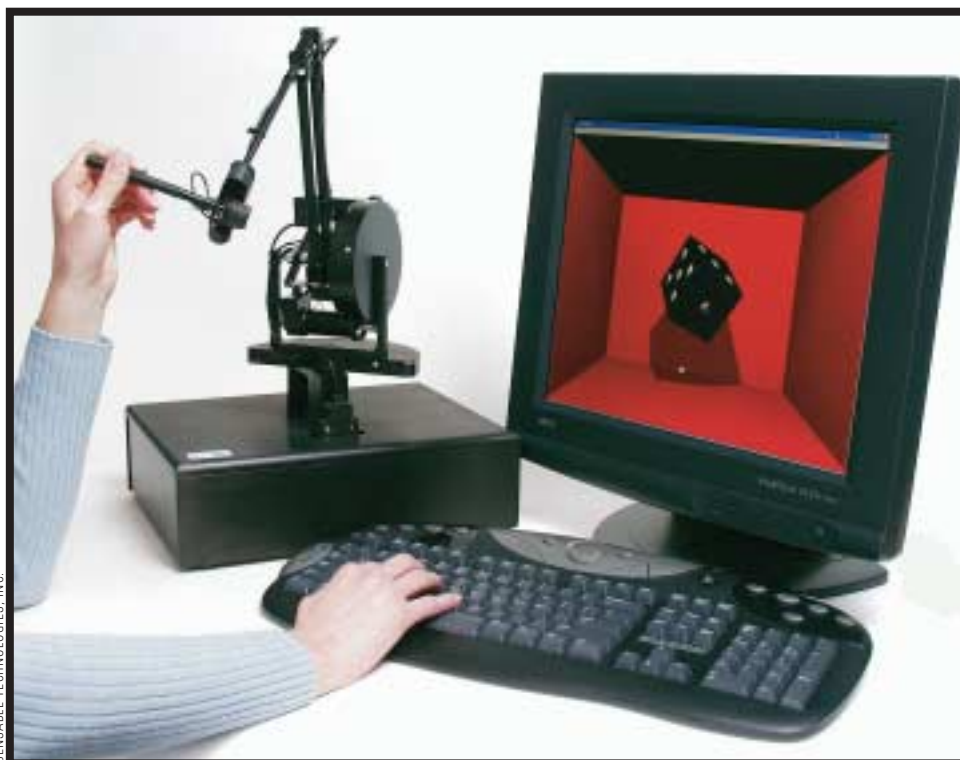
Ukimen zentzumenak azaleko ukimena eta ukimen sakona edo kinestesia uztartzen ditu. Azaleko ukimena dermisaren nerbio-amaieretan jasotzen da, estimuluaren magnitudea nerbio-amaieraren kitzikadura-atalasea

baino handiagoa denean betiere; sentimen-nerbioen bidez transmititzen da bizkarrezur-muineko nerbio-zelulataraino, handik garuneko eremu sentensorialetara igarotzen da, eta, hantimenezko inpresio bihurtzen da. Ukimen sakona, bestalde, gihar eta giltzaduretan jasotzen da, eta, oreka-sistemarekin batera, gorputz-atalen kokapen, mugimendu eta pisuei buruzko informazioa ematen du.

Ukimenari eta gainerako zentzumen guztiei esker, gizakia gai da ingu-

runea era batera edo bestera hautemateko. Ukimenaren bidez, haatik, ingurunea hautemateaz gain, hura eraldatzeko gai gara.

Sistema haptikoek, gaitasun hau eta arestian aipatu diren ukimenaren ezaugarriak baliatuz, eta bai azaleko ukimenak, bai ukimen sakonak jasoko dituzten indar eta sentipenak era artifizialean sortuz, erabiltzailearen eta ingurunearen arteko noranzko biko komunikazioa ahalbidetzen dute.



Sistema haptikoen zati osagarriak: erabiltzailea ezkerrean, gailu haptikoa erdian eta ingurunea eskuinean.

Sistema haptikoen osagarriak

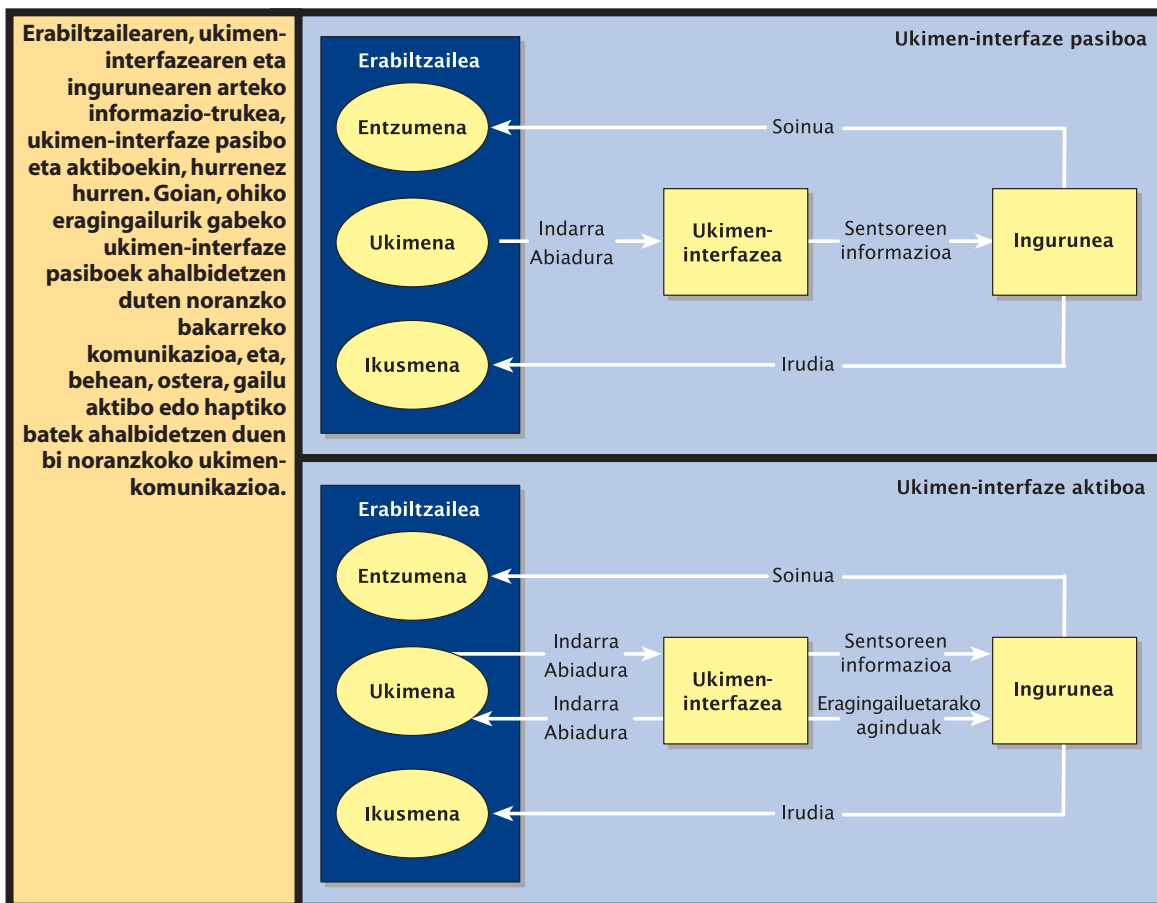
Sistema haptikoetan, funtsezko hiru osagarri bereiz ditzakegu: erabiltzailea, interfazea edo gailu haptikoa eta ingurunea.

1. Erabiltzailea sistema haptikoaren zati garrantzitsua da, sistemaren jokabidean eta egonkortasunean eragin erabakigarria baitu. Erabiltzailea kontrol-begitzaren zati intrintsekoa da: batetik, haien ekintzek sistemaren jardueran eragin zuzena dute, eta, bestetik, jarduera horren arabera, sistema haptikoa ukimen-sentipenak atzeraelikatzen dizkio.
2. Interfaze haptikoa erabiltzailearen eta ingurunearen arteko lotura-lanak egiten dituen gailu mekanikoa da. Han kokatutako sentsoreek gailuaren mugimenduen berri ematen diote sistemari, eta, bien bitartean, eragingailuek erabiltzailearengan eragiten dute ukimenaren bidez, hari informazio haptikoa helaraziz.
3. Inguruneari dagokionez, oro har, sistema haptikoen ingurune birtualekin egiten dute lan. Ingurune horiek interfaze grafikoaren bidez aurkezten dira, hau da, pantaila, bideo-proiektagailu edo kasko estereoskopikoen bidez. Erabiltzaileak ikusiko duen irudia software bidez eraikitzen da, eta baita

hark darabilen tresna birtuala ere. Era berean, tresna horren mugimenduen eta elkarrekintza birtualen arabera, erabiltzaileari atzeraelikatu beharreko indarrak kalkulatu dira.

● **Gaur egun eskuragarri dauzkagun ukimen-interfaze gehienek ez dute erabiltzailearen mugimenduak irakurri besterik egiten.**

Hala ere, gero eta gehiago dira ingurune errealekin lan egiten duten sistema haptikoa. Kasu horietan, erabiltzaileak darabilen tresna erreala da, eta erabiltzaileak berak maneiatu dezake edo urruneko tresna izan daiteke. Erabiltzaileari atzeraelikatutako indarrak tresnan bertan edo ingurunean neurtutako parametroen menpekoak dira. ➔



Bi baldintza horiek bete ahal izateko, beharrezkoa da diseinu mekanikoko teknikak ongi ezagutzea. Hala-beharrez ez bada gailu haptikoaren funtzionamenduan gardentasunik bermatzen, erabiltzailearen eta ingurunearen arteko elkarrekintza desitxura daiteke.

● **Azken hamarkadan, sistema haptikoen, ikerkuntzan ez ezik, enpresa-esparruan ere aurrerapauso handiak eman dituzte.**

Ezaugarri asko dira gailu haptikoen diseinuan kontuan hartu beharrekoak: inertzia, marruskadura, zurruntasuna, lasaiera, isotropia, eragingailu-mota, horien indar-maila, sentsoreen zehaztasuna, grabitate-indarren oreka, segurtasuna, ergonomia eta kostua, besteak beste. Azken hirurak alde batera utzita, gainerrako guztiek eragin zuzena dute gardentasunean.

Ezaugarri horien guztien arteko oreka lortu beharra dago; izan ere, ezaugarri bat hobetzeak beste bat okertzea ekar dezake. Zurruntasun handia erdietsi nahian, esaterako, gailuaren elementu mugikorren inertzia handitu daiteke. Hori saihesteko bideak zurruntasun handiko eta dentsitate txikiko materialak erabiltzea eta diseinua optimizatzea dira, betiere bide horien kostua arazoizkoa dela ziurtatuz.

Sistema haptikoen erabilerak

Sistema haptikoen sorrera medikuntzarako eta eremu militarreko ikerkuntzari zor zaio. Azken hamarkadan, ordea, sistema haptikoen, ikerkuntzan ez ezik, enpresa-esparruan ere aurrerapauso handiak eman dituzte, eta haien erabilera izugarri zabaldu da. Hauek dira, gaur egun, sistema haptikoen aplikazio-eremu nagusiak:

Urruneko kontrola

Batzuetan beharrezkoa da robotak ingurune arrotz edo arriskutsuetan sartzea eta erabiltzaileak haiek urrunetik zuzentzea egoera arriskutsuak saihesteko. Egoera horietan, mesedegarria da erabiltzaileak robotaren lanen edo ekintzen ukimen-atzeraelikadura jasotzea, ikus-entzunezko informazioaz gain. Azaldu-



INTUITIVE SURGICAL, INC.

Irudian, *Da Vinci Surgical System* ebakuntza-sistema. Zirujauak, hiru dimentsioko irudian oinarrituta, ebakuntza egiten duen robota zuzentzen du. Robotak zirujauaren mugimenduak eskala txikiagoan erreplikatzeko —eta, era horretan, zehaztasun-maila areagotzen da—. Zirujauak ukimen-atzeraelikadura jasotzen du kontrol-palanken bidez.

tako egoeren adibide garbiak dira zentral nuklearrak, urpeko eta espazioko ibilgailu autonomoak nahiz lehergailuak aurkitu eta indargabetzeko robotak.

● **Erabiltzaileak**
 ● **errealitatean sentituko lituzkeen indarrak atzeraelikatuz, errealismo-maila handia lor daiteke.**

Urruneko kontrolaren erabilera batzuetan, mikro-kirurgian esaterako, zehaztasuna da alderdi garrantzitsuena. Giza eskuen zehaztasuna nahikoa ez, eta beharrezkoa da sendagilearen mugimenduak eskala txikiagoan eta zehaztasunez errepikatzeko gai diren robotak erabiltzea. Horrez gain, lagungarri zaio sendagileari, gailu haptikoak eskaini dakiokkeen ukimena atzeraelikatuz, robotak gaixoarekin dituen indar-elkarrekintzen isla jasotzea.

Beste erabilera batzuetan, interesgarria izan daiteke erabiltzailearen mugimenduak eskala handiagoan isaltzea. Interfaze haptikoei esker, erabiltzaileak lan-ere-

mu finko eta mugatu baten bidez tamaina ezberdinetako lan-eremuak zuzendu ditzake ingurunean, erraztasun handiz.

Entrenamendu-ariketak

Sistema hauen helburua da erabiltzaileak ingurune birtualetan trebatzea, antzeko ariketak mundu errealean taxuz egin ahal izateko ondoren. Ingurunea ordenagailu bidez sortzen da, eta interfaze haptikoa ariketa-motaren arabera diseinatu. Interfaze haptikoen bidez erabiltzaileak errealitatean sentituko lituzkeen indarrak atzeraelikatuz, errealismo-maila handia lor daiteke, eta, aldi berean, erabiltzailearen okerrek ez dute errealitatean zoritxarreko ondorioak eragiten.

Sistema hauen adibide dira medikuntzarako entrenamendu-sistemak edo helburu militarrek zein zibilak dituzten ibilgailu-simulagailuak.

Ordenagailuz lagundutako diseinua

Gailu haptikoei esker, ordenagailu bidez diseinatutako ereduak azter daitezke maketen beharrik gabe. Horrela, denbora eta gastuak aurrez daitezke, akatsak zuzendu, eta, aldeztu aurretik, muntaia- eta mantentze-lanen simulazio bat egin. Ariketa horiek aurrerago ager daitezkeen arazo eta diseinu-aldaketa asko ekidin ditzakete.

Aisialdia

Aisialdiaren industria ahaltsua sistema haptikoen aplikazio-eremu garrantzitsuenetako bat bilakatu da

Irudiko PHANTOM Desktop gailu haptikoak, ordenagailu bidezko diseinuan erabiltzeko moldatzen denean, diseinua azkartu, aldaketak erraztu eta garapen-prozesua merkatzen du.



SENSABLE TECHNOLOGIES, INC.



Immersioren BMW autogile alemaniarrarentzat sortutako iDrive sistemak autoaren funtzio osagarri gehienak ukimenaren bidez zuzentzeko aukera ematen du, gidariak begirada errepidetik kentzeko beharrik gabe.

azken urteotan. Orain arte, bideo-jokoek eta errealtate birtualeko sistemak ikus-entzunezko komunikazioa erabili dute erabiltzailearen ekintzei erantzuteko. Bide horretan, ordea, zaila da aurrerapauso handiak ematea, eta erabiltzailea jokoetan are eta gehiago murgildu nahi bada beharrezkoa da ukimenak eskaintzen dituen aukerak jorratzea.

● Gailu haptiko berriak garatze-bidean dira, eta, epe motzean, salneurri eskuragarriak izango dituzte.

Etorkizunera begira, aurrerapauso garrantzitsuak espero dira bideo-jokoaren hornitzaile nagusien eskutik. Gaur egun, gailu haptiko berriak garatze-bidean dira; gailu horiek sortzen dituzten sentipenen erreallismo-maila gero eta hobea da, eta, epe motzean, salneurri eskuragarriak izango dituzte.

Auto-gidatzea

Gailu haptikoak autogintzaren industriara ere heldu dira. Autoek gero eta elementu osagarri gehiago eskaintzen dituzte (irratia, esku libreko telefonoa, aire-girogailua, nabigatzailea, esekiduraren egokitzea,

etab.), eta gidariak pantaila eta menu ezberdinetan murgiltzen dira aldi oro, haiek zuzentzeko. Hori dela eta, autogileak hasiak dira gailu haptikoak erabiltzen gidariaren lana erraztu eta errepidean arreta gutxiago jartzea saihesteko.

Bestetik, autogile nagusiak pedal haptikoen diseinuan ari dira lanean. Halako pedal batek indarrak atzerailikatuko lizkioke gidariari, abiadura-kontrolako sistemak edo lagundutako balazta-sistemak agindutakoaren arabera.

Etorkizunera begira

Zaila da aurrez jakiten zein izango diren sistema haptikoen etorkizuneko ibilbidea eta teknologia horren garapen-abiadura. Izan ere, norik aurreikus zitzakeen XX. mendearen erdialderako 100 hazbeteko telebista digital lauak?

Gailu haptikoen estandarizazioa, kostu-murrizketa eta nahi izan ahala konfiguratzeko gaitasuna dira epe motzeko jomuga nagusiak. Ezaugarri horien lorpenak gailu haptikoen hedapena erraztuko luke, baina, hala ere, lan handia legoke egiteke, atzerailikatutako sentipenen erreallismo-mailan batik bat.

Dena dela, sistema haptikoen erabilera-sorta zabala eta bertute nabariak kontuan hartuta, ez litzateke baieztape burugabea esatea gizakiok eta inguruko makina eta interfazeek elkarri eragiteko dugun eran iraultza gertatzeko atarian gaudela. [□](#)

BIBLIOGRAFIA

BURDEA, G.: *Force and touch feedback for virtual reality*, Wiley-interscience, New York, 1996.

GOLDSTEIN, E. B.: *Sensation & Perception*, Wadsworth Publishing Company, 1999.

KENSHALO, D. R.: *The Skin Senses*, Springfield, Charles C. Thomas, Illinois, 1968.

TURIEL, M.: *Mecánica en haptics*, Donostia, Tecnun, UN, 2000.

SAVALL, J.: *Diseño Mecánico de Dispositivos Hápticos de Gran Espacio de Trabajo: Aplicación al Sector Aeronáutico*. Donostia, Tecnun, UN, 2005.

KATZKY, R. L.; LEDERMAN, S. J. ET AL.: "Procedures for haptic object exploration vs. manipulation", in *Vision and action: The control of grasping*: (1990), 110-127.