



# Biomimetika, natura maisu

*Etxebeste Aduriz, Egoitz / Elhuyar Zientziaren Komunikazioa*

B. HAILS

**Imajinatu 3.800 milioi urteko etengabeko hobekuntzaren poderioz garatutako diseinuak dituzula eskuragai, arkitekturari, ingeniariari, edo beste hainbat alorretan aplikatzeko. Orain, utzi imajinatzeari; diseinu horiek hor daude, naturan: bilatu, aurkitu eta kopiatu besterik ez dira egin behar. Horixe egiten du, hain zuzen ere, biomimetikak.**

BALIO EZ DUENAK EZ DU AURRERA EGITEN. Naturaren legea da: arrakastarik ez duten diseinuak desagertu egiten dira, edo fosil bihurtu. Legea hain zorrotza izanda, bizirik iraun duten landareak, animaliak, bakterioak eta abar optimizazioaren eredu bikainak dira. Horregatik, nahita edo nahi gabe, betidanik aplikatu izan dugu naturan behatutakoa gure probetxurako. Baina, azken urteotan, gero eta argiago ari da gelditzen inspirazio-iturri horren balioa; eta, askorentzat, lan egiteko modu sistematiko bihurtzen ari da natura maisutzat hartzea.

Lezioa ongi ikasia du Eiji Nakatsu-k, Japoniako Shinkansen bala-trenen saiakuntzen ardura duen ingeniari eta hegatzizaleak. Shinkansen trenak munduko azkarrenak dira; ez dira hegan egitera iristen, baina asko zor die hegaztiei.

Azkarra izatea ez da arazoa gaur egungo teknologiarekin; aitzitik, zaratatsuegia ez izatean dago benetako erronka. Zenbat eta azkarragoa, orduan eta zaratatsuegia da trena. Arazo hori konpontzeko, Nakatsuk, bere hegaztiekiko zaletasunetik tiraka, hontzek ia soinurik atera gabe hegan egiteko duten abileziari erreparatu zion.

Hala, Nakatsuren taldea hontzen gaitasun hori ikertzen hasi, eta, ikusi zuten isiltasunaren sekretuetako bat hegoetako luma batzuen egiturari zegoela. Luma horiek ertz zerratuak dituzte, eta, horri esker, zurrumbilo txikiak eratzen dituzte airean. Zurrumbilo txiki horiek soinua sortzen duten zurrumbilo handiagoak apurtzen dituzte; eta, horren ondorioz, soinua ezabatzen dute.

Lau urte behar izan zituzten printzipio hori trenari nola aplikatu asmatzeko. Baina, azkenean, trenaren puntu jakin batzuetan (pantografoan) hontzen lumetako zerratu hori aplikatuz lortu zuten munduko soinu-estandarrik zorrotzenak betetzen dituen trena.

Hala ere, bazuen beste arazo bat oraindik. Tuneletan abiadura handian sartzean, presio-uhinak sortzen dira, gero eta handiago egiten direnak; eta, tuneletik ateratzerakoan soinu-eztanda



MDID



LIP KEED ©/ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

Martin arrantzalearen moko oso eraginkorra da Shinkansen trenarentzat.

bat eragiten dute uhin horiek. Hori gertatzen da tunelean sartzean airearen erresistentzia bat-batean aldatzen delako.

Aurretik naturatik hartutako ikasgaia gogoan, pentsatzen jarri zen Nakatsu: “Ba al dago bizidunik, bat-bateko erresistentzia-aldaketak pairatzeko moldatuta dagoenik?”. Eta beste hegazti bat etorri zitzaion burura: martin arrantzalea. Arrainak harrapatzeko, erresistentzia txikiko airetik erresistentzia handiko uretara pasa behar du martin arrantzaleak. Eta zipriztinik ere ez du ateratzen!

Martin arrantzalearen moko zorrotz eta aerodinamikoan egon zitekeen gakoa. Eta hori kontuan hartuta probak egiten hasi ziren. Berehala konturatu ziren Shinkansenaren muturrarentzako forma egokiena martin arrantzalearen mokoaren ia berdin-berdina zela. Hala, 15 metroko moko jarri zioten trenari, eta horrela lortu zuten abiadura % 10 handituta ere airearen presioa % 30 txikitzea, eta energia-kontsumoa % 15 murriztea.

Marrazoen ezkatzen diseinua oso interesgarria da. Marruskadura txikitzen dute eta azala garbi edukitzen laguntzen dute.

*“hontzen lumetako diseinua aplikatuz lortu zuten munduko soinu-estandarrik zorrotzenak betetzen dituen tren”*

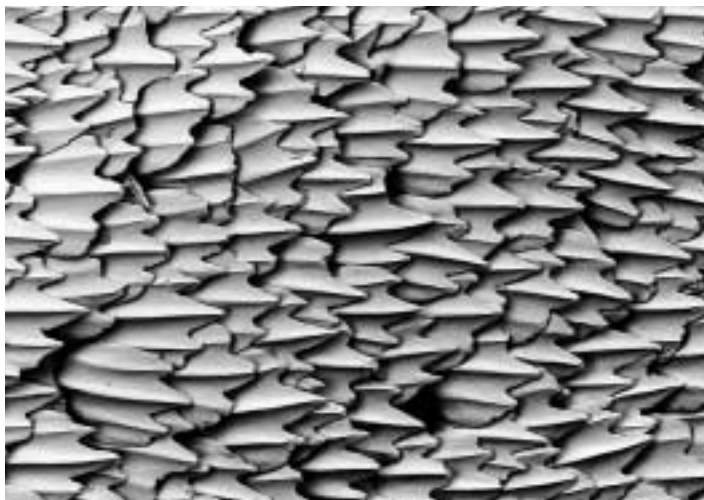
### Hegalari adituak

AEBko Aireko Armadari ere interesatzen zaizkio hegaztiak. Izan ere, hegaztiak zerbaitetan maisu badira, hegan egiten dira maisu; intsektuekin eta saguzarrekin batera, ez dute

parekorik horretan. Gure hegazkinek ez bezala, hegoak astinduta egiten dute hegan, eta hegoen posizioa eta forma aldatzeko gaitasuna dute. Horri esker, gai dira haize-boladei, euriari eta elurrari aurre egiteko, lurrera erori gabe.

Bada, horixe lortu nahi du AEBko Aireko Armadak: hegazkin ez-tripulatu txiki bat, txoriek eta intsektuek bezala hegan egiteko gai izango dena. Eta, horretarako, urtean milioi bat dolarretik gora jartzen ditu. Dena den, hasi besterik ez dira egin, eta bide luzea gelditzen da horretara iristeko.

Hegazkin handiak hegoak astinduz ibiltzea, berriz, ez da oso probablea; baina hain urrun joan gabe ere, hegaz-



ELECTRON MICROSCOPE UNIT, UNIVERSITY OF CAPE TOWN



kin eraginkorragoak egin daitezke hegaztiei erreparatuta. Pennsylvaniako Penn State Unibertsitatean, NASAk finantzaturako proiektu batean, formaz aldatzen diren hegoak diseinatu dituzte. Izan ere, sorbeltzek esaterako, hegoak ongi luzatuta mantentzen dituzte, denbora luzez eta energia gutxi gastatuz hegan egiteko, edo pixka bat bilduago, mugimendu azkarragoak eta zehatzagoak behar dituztenean.

Hala, formaz aldatzeko gai den eskeleto bat garatu zuten lehenik. Baina, eskeleto hori estaliko zuen azalak ere ezin zuen zurruna izan. Hori konpontzeko, arrainetan topatu dute inspirazioa. Gainjarritako xaflekin osatu dute azala, arrainen ezkatzen antzera, hain zuzen ere.

*“marrazoen ezkatzen testura imitatzen duten estaldura berriei esker, % 67 bizidun gutxiago itsasten da kroskoetan”*

### Arrainetatik ikasia

Arrainen ezkatzen ere inspirazio-iturri bikainak izan daitezke. Marrazoenek, esaterako, diseinu interesgarria dute; gertutik begiratuta ikus daitezke ildaska



JEFF KUBINA © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

longitudinalak dituztela. Ezkata horiei esker, asko jaisten da marrazoak uretan duen marruskadura, eta gainera, azala garbi mantentzen da, ektoparasitorik gabe —itsasoan kontu zaila da hori—.

Hori eliteko igerilarien jantzietan aplikatu dute, adibidez; eta baita itsasontzien kroskoen estalduretan ere. Marrazoen ezkatzen testura imitatzen duten estaldura berriei lortu dute kroskoetan % 67 bizidun gutxiago

### Robot sozialak

Adimen artifizialaren arloan, bereziki garrantzitsuak dira naturatik hartutako ideiak. Azken finean, adimena naturak sortutako zerbait da, eta adimen hori artifizialki lortzea da helburua. Arlo horretan aplikatzeko oso interesgarria da, esaterako, intsektu sozialen portaera.

Inurriak, esaterako, oso izaki sinpleak dira, baina gai dira lan konplexuak egiteko: elikagaietara iristeko biderik motzenak topatu, zubiak eraiki, hilerriak egin, larbak antolatu, eta egin beharreko lanak banatu, inolako kontrol zentralizaturik gabe.



FESTO



I.I.S. ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Intsektu sozialen portaera ikertuz eta aplikatuz, sistema autonomo txikiak sor daitezke, elkarrekin lan eginez hainbat arazo konpontzeko gai direnak.

Bide horretatik, Festo enpresak Aquajelly izeneko marmoka bionikoak sortu ditu. Marmoka horietako bakoitza autonomia da, benetako marmoken mugimendua bikain imitatzen dute, eta hainbat sentsore bidez ‘badakite’ une oro zein posiziotan dauden eta nola mugitu behar duten. Eta marmoka horiek beren artean komunikatzen dira argien eta irrati-uhinen bidez.

Suitzako Lausanako Eskola Politeknikoan, berriz, s-bot robotak sortu dituzte. Robot horietako bakoitza ere autonomia da, eta oinarrizko hainbat gauza egin ditzake: autonomoki mugitu, ingurua esploratu, objektuei heldu eta abar. Eta robot txiki horiek gai dira elkarren artean komunikatu eta elkarri heltzeko ere. Hala, guztien artean, swarm-bot izeneko robot-taldea osatzen dute, eta gai dira s-bot bakarrak mugitu ezingo lukeen objektu bat mugitzeko edo bidean dauden koskak eta zuloak gainditzeko.



MERCEDES-BENZ

Kutxa-arrain tropikaletik abiatuta auto txikietarako diseinu eraginkorra sortu dute: Mercedes-Benz bionikoa.

itsastea; eta, areago, 4-5 korapiloko abiaduran erabat garbi gelditzen da kroskoa. Beraz, itsasontzi horietan ez dago biozida poluitzailerik erabili beharrik.

Eta marrazoak izan ziren, hain zuzen, Dieter Gurtler-en taldeak begiz jo zituen lehen arrainak ere. Daimler AG automobilgintzako enpresa erraldoiko ingeniaria da Gurtler; eta beste bi kideekin batera Stuttgart inguruko historia naturaleko museo batera joan ziren, arrainetan ideia berriak bilatzera auto txiki eta eraginkorrak garatzeko. Laster baztertu zituzten, hala ere, marrazoak:

haien forma ez da egokia barrualdean espazio handia izan nahi bada.

Museoko espezialistak arrain bitxi bat erakutsi zien: kutxa-arrain tropikala (*Ostracion cubicus*). Lodia eta zabala zen, ez oso dotorea, eta baldarra zirudien. Baina, 3Dko simulazioak eginda-koan, ikertzaileak konturatu ziren kutxa-arrainaren forma oso eraginkorra dela mugitzeko. Arrain horiek ez dira azkar mugitzen, baina gelditu eta abiatzen, eta sigi-sagan ez dute parekorik.

Ideiarekin aurrera jarraitu zuen Gurtlerren taldeak. Igeltsuzko eredua bat

egin eta haize-tunelean probatu zute-nean, txunditurik gelditu ziren: aerodinamikotasunaren eredu perfektuenetik oso gertu zegoen. Azkenean, auto berri baten eredia garatu zuten arrain bitxi hartatik abiatuta: Mercedes-Benz bionikoa.

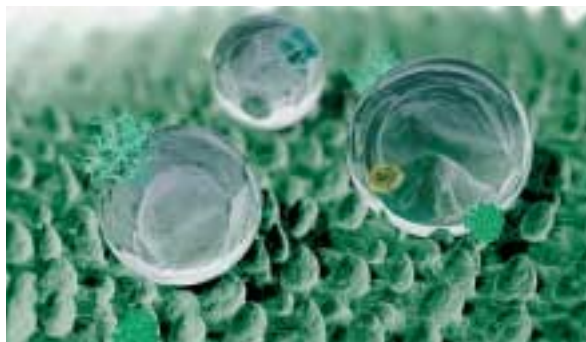
Eta aerodinamikotasuna ez zen izan kutxa-arrainetik interesatu zitzairen ezaugarri bakarra. Arrainaren eskeletoak ere harrapatu zituen ikertzaileak. Hexagono-itxurako plakek eskeleto oso arin baina gogorra osatzen dute. Hila-beteak pasatu zituzten egitura hori autoari nola aplikatu asmatzen; baina, azkenean, egitura hori ate-paneletan eta xasisean aplikatu zuten. Zati horien pisua % 30 txikitu zuten, eta probek erakutsi zuten eredu estandarrak baino % 40 zurrunagoa zela egitura berria.

*“beste modu batera inola ere bururatuko ez litzaizkigukeen ideiak lor daitezke natura behatuz”*

Naturatik horrelako lezioak jaso dituzten ikertzaile askoren ondorioa da beste modu batera inola ere bururatuko ez litzaizkigukeen ideiak lor daitezkeela naturaren behaketatik. Horregatik, gero eta jarraitzaile gehiago ditu biomimetikak. Ford-ek talkak saihesteko sistema bat garatu du otiek talde handietan elkarri jo gabe hegan egiteko duten mekanismoa imitatuz; Whalepower enpresak xibarten hegatsak kopiatu ditu haize-errotan eta turbinen hegal eraginkorragoak egiteko; Arizonako Unibertsitatean hostoen energia sortzeko gaitasuna nola aplikatu ikertzen ari dira, molekula-mailako eguzki-plakak egiteko; eta mediku japoniarrek eltxoaren proboszidearen antzeko orratz hipodermikoak egin dituzte, min guxtiago ematen dutenak.



Lotoaren hostoen gainazaleko mikroegiturari esker, ur-tantak esfera-moduan gelditzen dira; eta haietan itsasten dira zikinkeria-partikulak.



WILLIAM THIELICKE/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

## Naturaren teknologia

Janine Benyusek hainbat liburu idatzi ditu gai horren inguruan, eta irabazi-asmorik gabeko Biomimicry Institute erakundearen eta Biomimicry Guild aholkularitza-enpresaren sortzailea da. Naturak garatu dituen mekanismoak gizakiontzat oso baliagarriak izan daitezkeela uste du, eta horixe erakutsi nahi die ingeniariari eta diseinatzaileei.

Benyusen proiektuetako bat Nature's 100 Best Technologies (N100B) da.



Termiten eraikitako dorreen klimatizazio-sistema kopiatzeko modukoa da.

Proiektu horren helburua da planeta osasuntsuago bat eta jasangarriago bat egiteko balio dezaketen naturaren 'teknologiak' identifikatzea. Ehun ideia biltzen dituen liburu bat argitaratu nahi dute urtero.

*“haren neurriko eraikuntza normal batek erabiliko lukeen energiaren % 10 soilik kontsumitzen du Eastgate Building-ek”*

Lehenengo zerrenda osatzeko ideien artean dago, adibidez, termiten klimatizazio-sistema. Zimbabweco Harare hirian badago ideia hori aplikatuta egindako eraikin bat: Eastgate Building. Mick Pearce arkitektoak eta Arup Associates-eko ingeniariak *Macrotermes michaelseni* termiten eraikinak ikertu zituzten. Izan ere, eraikin horien barruan gradu bateko diferentzia baino ez dute izaten, kanpoko tenperatura 3 eta 42 °C artean aldatzen den arren.

Hararen ere 10-40 °C bitartean aldatzen da eguneko tenperatura. Baina, Eastgate Building eraikinak tenpera-

tura atsegina mantentzen du egun osoan zehar, aire egokiturik erabili gabe. Haren neurriko eraikuntza normal batek erabiliko lukeen energiaren % 10 soilik kontsumitzen du Eastgate Building-ek.

Beste adibide bat bakarrik garbitzen diren gainazalak dira. Loto-landaretik (*Nelumbo sp*) hartutako ideia da. Lotoaren hostoen gainazala dagoenik hidrofoboenetakoa da —ura aldaratu egiten du—. Gainazalaren mikroegiturari esker, ur-tantak esfera-formarekin gelditzen dira, eta tanta esferiko horiek hostoan irrist egitean, berekin eramaten dituzte hauts- eta zikinkeria-partikulak. Loto-efektua deitzen zaio horri, eta hainbat aplikazio eman zaizkio dagoeneko: pinturak, estalkiak, ehunak...

Naturaren asmamenak ez du mugarik. Tukanaren mokoak arintasuna eta indarra bateratzen ditu maisuki, eta trikuaren arantzak egitura-ekonomiaren eta gogortasunaren adibide miresgarriak dira. Ipurtargiek energia-galerarik ez duen argi hotza sortzen dute, eta egur erre berrian arrautzak jartzen dituen *Melanophila* kakalardoa gai da baso-suteek igortzen duten erradiazio infragorria detektatzeko, ehunka kilometroko distantziatik. 3.800 milioi urte ez dira alferrik pasatzen. 