

Bizi ala afari izan? Guda akustiko batean murgilduta

Lehoiaren indar paregabea, arranoaren dotorezia, gepardoaren abiadura, otsoen zuhurtasuna... Betidanik bereganatu dute gure interesa predatzaileen ehiza-moldaerek. Ihesian dabilzan zebrak, ahuntz basatiak, gazelak zein oreinak, ordea, predatzaileen istorio harrigarriak kontatzeko bigarren mailako osagai baino ez dira izaten. Baina predatzaileak "sabanako" errege izan beharrean, goseak amorratzen bizi diren koitadua dira; harrapakinak ez dira harrapatzen batere errazak, eta pisuzko arrazoia dute horretarako. Dawkins eta Krebs zientzialariek 1979an definitutako *bizi-afari printzipioak* dioenez, harrapakinek jasaten duten hautespen-presioa ez da inondik inora ere predatzaileek jasaten dutenaren parekoa: gazelak azkarrena izan behar du ihesean, bizirik atera nahi badu, eta gepardoak, ordea, azkarrena izan behar du ehizan, sabela bete nahi badu. Lehia horretan, galtzearen zigorra ez da inondik inora berdina bi aldeentzat. Hain zuzen ere, hautespen-presioaren alde horrek eragin du, predatzaileen eraso-moldaerekin alderatuz, harrapakinek defentsa-moldaera sorta ikusgarri bezain bitxiak garatu izana. Harrapakinekiko dugun ikusmoldea aldarazteko asmoarekin natorkizue, eta, horretarako, gurean ezagunak diren harrapakin batzuen gaitasun-sorta txundigarria kontatuko dizuet, gaueko tximeleta edo sitsena, hain zuzen ere.

65 milioi urteko lasterketa

Sitsek saguzar askoren arreta bereganatu zuten, duela 65 milioi urte. Izan ere, azal gogorreko intsektuekin alderatuta, gorputz bigun eta mamitsua duten mokadu erakargarria dira; hegada kaskarreko gozokiak. Hala ere, ez ziren gai izan gozoki horiek ustiatzeko, gaueko iluntasun absolutuan harrapakinak atzemateko *sonar* biologikoa garatu zuten arte: ultrasoinuetan oinarritutako ekokopakena. Hain zuzen ere, naturan aurkitu dezakegun ihes-

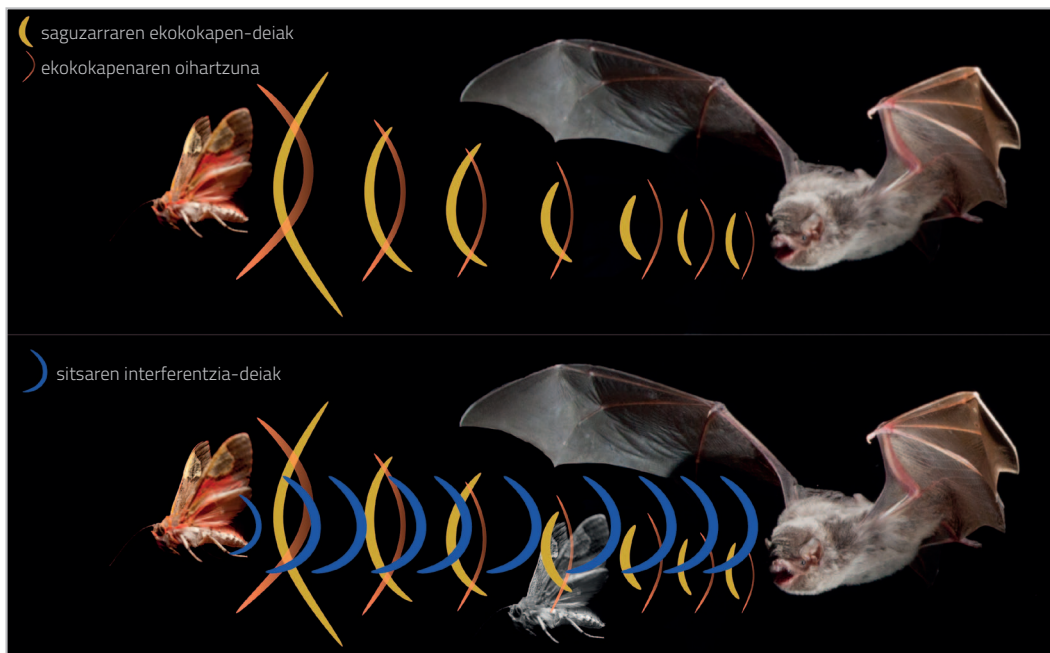
eta defentsa-moldaera sorta harrigarri bezain sofistikatuenetariko baten garapena eragin zuen saguzarren aurrerapen teknologiko bikain horrek. Orain arte uste bezain gozoki errazak al dira sitsak? Ikus dezagun.

Hegan egiteko, hegoak sobera

Txundigarria dirudien arren, sitsek ez dute atzeko hego-bikotearen beharrik hegaz egiteko: oinarritik moztuta ere, ederki egiten dute hegan! Orduan, zergatik mantendu dira milioika urtez funtziorik gabeko hego garatuak? Ithacako zientzialari batzuek berriki eginiko saiakeren arabera, atzeko hego-parea da sits zein tximeleten hegaketa *traketsaren* erantzulea. Baina, milioika urteko hegaldi ebolutiboan, zergatik ez ote dute hegaketa *trakets* hori hobetu? Inoiz tximeleta edo sitsik harrapatzen ahalegindu bazarete, ohartuko zineten ez dela batere jarduera erraza. Oso zaila egiten zaigu hegaldiaren ibilbidea aurreikustea: gaitasuna dute oharkabean hegal-norabidea azkar eta abiada aldarokorrean aldatzeko. Horixe da, hain zuzen ere, sitsen oinarritzko arma ezkutua, eta izugarri garatutako atzeko hego-bikoteari zor zaio. Funtziorik gabeko luzakinak izan beharrean, saguzarren erasoak saihesteko arma-sortaren parte dira. Haiei esker gai dira piloturik trebeenak ere egingo ez lituzkeen bira, kiribil eta jauziak egiteko, saguzarren presentzia atzematean.

Arriskuari atzematen

Baina nola sumatzen dute arriskua gaueko iluntasun absolutuan? 60ko hamarkadan ohartu ziren zientzialariak sitsen hegada-portaera nabarmenki aldatzen zela saguzarren presentzian edota saguzarren ultrasoinu-deiak artifizialki erreproduzitzean. Sits-espezie guztien (~140.000) ia erdiek dute saguzarren ultrasoinuak entzuteko gaitasuna, eta hori ez da kasualitatea. Saguzarrek beren ehiza-



1. irudia. Goiko irudian: ekokokapen-deiek sitsa jotzean sortutako oihartzunaz baliatzen da saguzarra harrapakinaren kokapen espaziala kalkulatzeko. Beheko irudian: *Bertholdia trigona* sitsak maiztasun altuko ultrasoinu-deiak (interferentzia-deiak) igortzen ditu, eta saguzarren ekokokapen-oihartzunekin nahasten dira. Interferentzia horrek saguzarren distantzia-kalkuluak oztopatzen ditu, sitsa hurbilago dagoela pentsatzen baitu (grisez), eta, hala, kale egiten du erasoaldian. ARG.: Aitor Arrizabalaga (Sitsaren argazkia: AJCoyote/CC BY-SA 3.0).

kiak iluntasunean eta ultrasoinu bidez detektatzeko arma berria garatu zutenean, sitsek abisu-sistema goiztiar bat garatu zuten: tinpano simple baina eraginkorrak. Familiaren arabera, sitsen toraxean, abdomenean edota ahoan kokatzen dira, eta horiei esker, saguzar-espezie gehienek ultrasoinu-deiak entzun ditzakete, saguzarrek deien oihartzuna jaso aurretik. Gaitasun horrek % 40 igo dezake saguzarren erasoaldi bati ihes egiteko aukera.

Espezie askoren defentsa-erantzuna norabidez aldatzea, airean etengabe biraka hastea, edota lurrera jaustea da; eta beste espezie batzuek, tigre-sitsek, esaterako, defentsa-erantzun fisiko eta kimiko askoz konplexuagoak garatu dituzte, eta saguzarrak artegatzen maisu bihurtu dira.

Mimetismo akustikoa

Naturan, animalia pozoitsu edota zapore txarrekoek kolore deigarrien bidez ohartarazten dituzte harrapakariak beren arriskuaz. Animalia aposematiko deritze. Espezie pozoitsu askok antzeko kolore-ereduak garatu dituzte, harrapakari berberari

aurre egiteko (Müller mimetismoa). Beste batzuek, arriskutsuak izan gabe, pozoitsuak mimetizatzen dituzte arriskua saihesteko (Bates mimetismoa). Kolore bizikoak dira tigre-sits asko. Baina gaueko iluntasunean koloreek ezer gutxi balio dute, arriskuaz ohartu gabe saguzarrek ehizatuko bazaituzte, ezta? Tigre-sitsek eguneko harrapakariak ohartarazteko mantendu dituzte kolore deigarriak, segur aski. Gauerako, ordea, saguzarren *hizkuntza* berbera erabiltzen ikasi dute: harraparien ekokopapen-deien ultrasoinuak entzuteko gai izateaz gain, antzeko ultrasoinuak igortzeko gai dira, horretara bideratutako organo berezien bidez. Hain zuzen ere, ultrasoinuez baliatzen dira saguzarrei beren toxikotasunaz ohartarazteko; soinu aposematikoak dira horiek. Saguzarrek azkar ikasten dute *Cycnia tenera* eta bestelako zapore txarreko sits aposematikoek igortzen dituzten soinuak beren zapore desatseginarekin erlazionatzen (2a irudia). Abantaila horretaz baliatuta, *Syntomeida epilais* sitsak *C. tenera* espezieak igortzen dituen soinuak imitatzen ikasi du, azken horren aposematiko mülleriar bihurtuz. Guretzat kolore oso desberdinetako

sitsak izan arren, berdin entzuten dituzte saguzarrek (2b irudia). *Euchaetes egle* espezieak ere ez du atzean gelditu nahi izan, eta zapore desatseginik izan ez arren, aurreko bien aposematiko batesiar bihurtu da, beren ultrasoinu-deiak mimetizatuz (2c irudia). Berriki eginiko ikerketa batzuek iradokitzen dutenez, zapore oneko eta txarreko sits-espezieen soinuak desberdintzeko gai dira saguzarrak. Hala ere, saguzarrek sits-mota biak saihesten dituzte. Zapore onekoa delakoan, okertuta, pozoitsua janez gero saguzarrek izango luketen zigor gogorregiari zor zaio segur aski jokamolde zuhur hori.

Soinu-interferentziak

Eta tigre-sitsen soinu-estrategiak harrigarri bezain eraginkorrak badira ere, ez da beren trikimailu txundigarriena. *Bertholdia trigona* tigre-sitsak trikimailu akustiko are konplexuagoa garatu du: ez da toxikoa eta ez ditu familiakide toxikoak mimetizatzen, saguzarren ekokokapen-deietan interferentziak eragiten ditu, maiztasun oso altuko soinuen bidez (1. irudia). Interferentzia nola gertatu daitekeen ulertzeko, ikus dezagun modu erraz batean nola kalkulatzen duten saguzarrek sitsaren kokapen espaziala: beren ekokokapen-deiek sitsa jotzean sortzen duten oihartzunaz baliatzen dira sagu-

zarrak harrapakinetatik zer distantziara dauden kalkulatzeko. Oszilazio-interferentziaren hipotesiaren arabera, *B. trigona* sitsek sortutako maiztasun altuko deiak saguzararren ekokokapen-deien oihartzunekin nahasten dira; hala, saguzarren distantzia-kalkuluak oztopatzen dituzte. 2011n, hipotesia egiaztatu zuten Corcoranek eta haren kideek: *B. trigona* ehizatu nahi zuten saguzarrek distantzia-tarte estuetan galtzen zuten etengabe harrapakina, hark maiztasun altuko kontrako deiak egiten zituen bakoitzean. Dena 2 milisegundoko tartean gertatzen da!

Apaingarri edo defentsa-mekanismo?

Tigre-sitsak ez dira trikimailu akustikoak egiteko gai diren bakarrak. Saturniidae familiako ilargi-sitsak beren buztan luze bezain dotorengatik ezagutzen dira (3. irudia). Talde horretako sitsek ez dute saguzarren ekokokapen-deiak entzuteko organorik, eta, beraz, ezin dute ihes egin saguzarra atzematean. Baina ilargi-sitsek ez dute tinpanoen beharrik, saguzarren kontrako trikimailu akustiko harrigarri bat garatu baitute beren buztan luzeei esker. Hegan egitean, saguzarren eraso hegoetako luzakinetara bideratzen dute, eta ihes egitea lortzen. Buztanaren mugimenduek ekokokapen-deien oihartzune-



2. irudia. (a) *Cycnia tenera*, (b) *Syntomeida epilais* eta (c) *Euchaetes egle* tigre-sits aposematikoak (Erebidae familia, Arctiinae subfamilia). Guretzat itxura eta kolore desberdinetakoak izan arren, oso antzera entzuten dituzte saguzarrek. ARG.: Patrick Coin/CC-BY-SA-2.5, Bob Peterson/CC-BY-2.0 eta Patrick Coin/CC-BY-SA-2.5, hurrenez hurren.

3. irudia. Saturnidae familiako *Actias luna* ilargi-sitsa. Hegan egitean, atzeko hegoen luzakinek *errefrakzio akustiko* deritzon efektua sortzen dute, eta, hala, sitsaren gorputzetik luzakinetara bideratzen dute saguzarraren erasoaldia.

ARG.: Kugamazog Commonswiki/
CC BY-SA 2.5.



tan zer aldaketa zehatz eragiten duten oraindik ezezaguna bada ere, saguzarren arreta sitsaren gorputzetik hego-luzakinetara desbideratzen dute, erasoaldien % 50ean baino gehiagoan. Efektu hori dela eta, 2015ean, *errefrakzio akustikoa* izenarekin definitu zuten Barber-ek eta haren kideek animalien artean ezezaguna zen defentsa-moldaera berri hori. Ikerlariak erakutsi zuten, luzakinek ez dute hegaldiaren eraginkortasunean eragiten, eta lau aldi desberdinetan sortu dira saturnidoen artean, eboluzioan zehar. Beraz, apaingarri hutsa izan beharrean, saguzarren kontrako moldaera eraginkorrak dira sitsen hegoetako luzakin dotoreak.

Sits-espezieen erdiak baino gehiagok saguzarren ekokopapena atzemateko gai den entzumenaren izan arren, 65.000 espeziek baino gehiagok ez dauka horrelako organorik. Hala ere, guda akustiko batean dihardute saguzarrekin, milioika urte iraun duen lasterketa ebolutiboan, eta, oraindik, gauero egin behar diote aurre saguzarren predazioari. Hainbat dira istorio honetan kontatu barik utzi ditugun moldaera bitxiak, baina, azken urteotako aurkikuntzek iradokitzen dutenez, saguzarren kontrako moldaera eta estrategien dibertsitatea pentsatzen zena baino askoz altuagoa izan daiteke sitsetan. Are gehiago, saguzarren ekokopapen-sistemaren bikaintasunaren mugak ezagutzen ere lagundu digute.

Udako gau epeletan etxeko argirantz zoratuta hurbiltzen dira askotan. Artikulu hau irakurri ondoren, espero dut benetako gerlari akustiko gisa ikustea orain arte sarri intsektu nazkagarritzat hartu izan

ditugun sitsak. Eta bestela, saiatu harrapatzen! Predatzaileen ehiza-moldaera bikainak ikusten dituzueanean, gogoratu hein handi batean diren bezalakoak direla beren harrapakinen ihes-moldaera ikusgarriari esker, eta alderantziz. Bizi ala afari! ●

Bibliografia

Barber, J.R., Leavell, B.C., Keener, A.L., Breinholt, J.W., Chadwell, B. a, McClure, C.J.W., Hill, G.M. & Kawahara, A.Y. (2015) Moth tails divert bat attack: evolution of acoustic deflection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112, 2812–6.

Conner, W.E. & Corcoran, A.J. (2012) Sound strategies: the 65-million-year-old battle between bats and insects. *Annual review of entomology*, 57, 21–39.

Corcoran, A.J., Barber, J.R., Hristov, N.I. & Conner, W.E. (2011) How do tiger moths jam bat sonar? *The Journal of experimental biology*, 214, 2416–25.

Dawkins, R. & Krebs, J.R. (1979) Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 205, 489–511

Jantzen, B. & Eisner, T. (2008) Hindwings are unnecessary for flight but essential for execution of normal evasive flight in Lepidoptera. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 16636–40.

Miller, L. a. & Surlykke, A. (2001) How Some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator. *BioScience*, 51, 570.

CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako lana.