

# Txorien kantuaren sekretuaren bila

Eider Carton Virto

Elhuyar

**Mendian zabiltzala, ez al diozu inoiz zure buruari galdetu ea nola sor ditzaketen txoriek, animalia hain txikiek, halako soin u indartsu eta ederrak?**

ERANTZUNAREN BILA 70.eko hamarkadako edozein entziklopediatan murgilduko bagina, ezer gutxi aterako genuke garbian. Gezurra badirudi ere, ez da hamarkada bat biologoak txorien kantuaren mekanismoari buruzko azalpen egokiak emateko gai direna. Azken urteotan ikertzaileek lortu dute txoriek moko geldiarazita eta zuntz optikozko endoskopio bat eztarrian behera dutelarik abestea, baita heliozko atmosferan ere. Haien arnaske-ta neurtu eta eztarriko muskuluen jarduera aztertu dute, ondoko emaitzarekin: abesteko gai diren txoriek ezaugarri komuna dute, bi ahots-kaxa. Horri esker bi gauza batera egiteko gai dira, beren buruarekin dueto bat osatzeko esaterako. Hala ere, galdera asko daude oraindik airean, adibidez, nola kanta dezaketen txoriek hain ozen.



J.R. AINHARTZA

Informazio eskasia horren azalpena txorien ahots-organoan, siringean, dago. Ugaztunetan laringea sudurrarekin lotuta dago eta horrek ikertzaileen lana errazten du, baina txorien siringea gorputzean ondo gordeta dago. Txoriek ez dute ugaztunek bezala arnasa hartzen. Hauspoen antzera jokatuz, airea biriketetan zehar bultzatzen duten aire-poltsak dituzte; eta poltsa hauetako batek inguratuta, bihotz inguruko muskulu-mataza baten tartean, hantxe aurkitzen da intxaur-itxurako siringea. Gainetik, ilar txiki baten tamaina izango luke. Ultergarriak beraz hura aztertzeko zailtasunak!

Ikertzaileek ondokoa ere ikusi dute: abesteko gaitasunik ez duten hegaztiak, adibidez, ahate, oilasko edo loroek, siringea trakean kokatua dutela, justu hau biriketara doazen bronkioetan adarkatu baino lehenagoko tokian. Abesteko gaitasuna duten hegaztiak ordea, txinbo, hegatzabal edo txolarreek esaterako, beheraxeago kokaturik dagoen egitura bikoitza dute, honek bi bronkioak barne hartzen dituelarik.

## Bikoiztasunari probetxua atereaz

Siringearen kokapena dela eta, ezinezkoa izan da urtetan hura jardunean behatu ahal izatea. Ondorioz, ikertzaileek zeharkako hurbilketak erabili behar izan dituzte, hala nola, muskulu bat moztu eta honen eragina aztertzea txoriaren kantuan. Nahiko metodo gogorak beraz. Baina 1990. urtean, Roderick Suthers-ek, Bloomingtongo Indiana Unibertsitateko fisiologoak, hurbilketa berri eta leunago bat saiatu zuen: kirurgia bidez txorien bronkioetan aire-fluxua neurtzeko tresna txiki bat ezartzea hain zuzen. Horrela, zenbait egun geroago txoriek berriro kantuari ekin ziotenean, Roderick Suthers hots bakoitza txorien zein hodietaatik zetorren jakiteko gai zen. Geroztik egindako antzeko saiakerek erakutsi dute txoriek, siringearen bikoiztasunari esker, kantu konplexuak osatzeko hainbat triki-mailu dituztela.

Batzuk gai dira benetako duetoak osatzeko, bi ahotsak aldi berean erabiliz. Siringearen hodi batean nota gorakorra sor dezakete, bestean behekorra sortzen duten bitartean, kantu oso harmonikoak eratuz horrela. Beste batzuek, berriz, txandaka erabiltzen dituzte bi hodiak. Horrela nota bat bestearen atzetik botako dute, azkar eta jarraian. Txori askok bozgorailuaren antzera erabiltzen dituzte siringearen bi hodiak. Ezkerraldeko nota baxuetan trebatuta dute eta eskuin-

naldea berriz nota altuetan. Kardinalak, esaterako, kilohertz batetik zazpira leunki igotzen den nota sortzen du, 3,5 kilohertz inguruan ezker hodietik eskuinera igarotzen dena. Hala ere ez dago alde handirik siringearen bi hodian artean, ez tamaina, ez egitura aldetik. Dirudenez, alde banatan eragindako indar ezberdinetan datza trebetasun horren gakoa.

*“abesteko gai diren txoriek ezaugarri komuna dute: bi ahots-kaxa”.*

Suthers-ek aurkikuntza bitxia egin zuen kanarioek siringearen bikoiztasunari eman dioten erabileran: eskuinaldetik arnasten duten aldi berean ezkerraldeko abesten dute. Txorien bi birika-poltsak elkarriz lotuta daude eta, ondorioz, nahiz alde bakarretik arnastu, bi birika-poltsak airez bete ditzakete. Lan-banaketa horri esker, kanarioak gai dira 30 "silaba"-ko kantu-sekuentzia luzeak jarraian botatzeko, baina baita segundoko soinu-segmentu laburrak sortzeko ere. Eta airerik gabe gera ez daitezten, "silaba" bakoitzaren ondotik arnas-hartze azkar bat egiten dute. Kantuan abiadura lortzea omen da helburua. Eta hori zergatik? Bada, azken

## Hegazti hiztunak

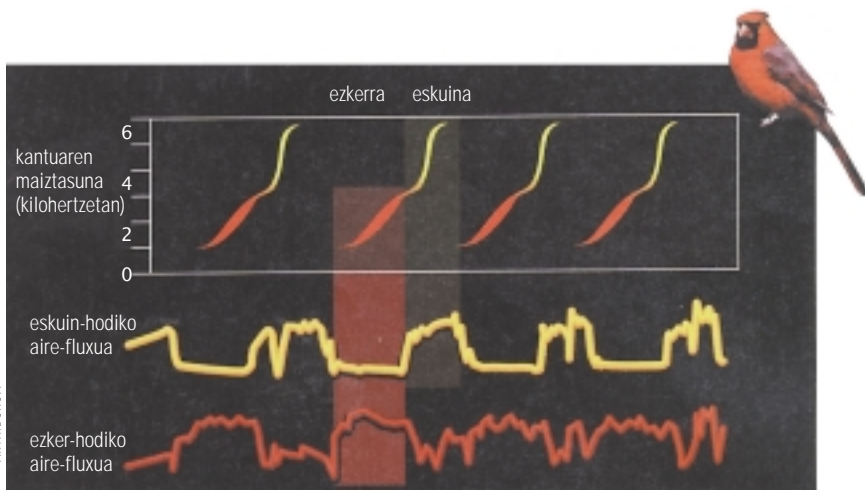
Nork ez du inoiz jaso bizilagunaren bakoitik loro batek botatuko hitz ederrik? Kurioso da benetan txori horiek giza hizkera imitatzen duten gaitasuna. Dirudenez, bokal eta kon-



ARTXIBOKOA

sonante bakoitzaren maiztasun-patroia imitatuz lortzen dute gizakion antzera hitz egitea.

Arizona Unibertsitateko (Tucson) Irene Pepperberg etologoak eta honen ikerketa-taldeak, Alex, ingelesez hitz egiten duen hezitako afrikar loro grisa X izpien bitartez aztertu dute. Hitzak osatzeko, Alex-ek gizakiaren antzerako estrategia erabiltzen omen du. Siringean bibrazioa sortu eta, ondoren, eztarria, ahoa eta mingaina erabiliz bibrazio hori eraldatzen du nahi duen soinua sortzeko. Adibidez, zabalago irekitzen du mokoa "ee" batentzat "ah" batentzat baino, eta seguruenik gehiago aurreratuko du mingaina. Baina Alex-ek ez du ez hortz ez ezpainik, konsonanteak sortzean oso beharrezko organoak. Hala ere, Alex gai da konsonanteak osatzeko, nahiz ikertzaileek ez dakiten oraindik nola. Ustez, "b"-a sortzeko hestegorriaz baliatuko litzateke loroa. Papagaitxoek ere, loroaren familiako hegazti txikiagoek, badute giza hizkera imitatzen duten gaitasuna, baina arazoak dituzte soinu baxuenekin. Flauta txikiak duten tamainagatik nota baxuenak sor ez ditza keten bezala, papagaitxoek ere neurri-arazoa dute. Entzunak izan ahal izateko, frekuentzia altuetara jo behar dute txoriek. Giza ahotsa imitatzeko, AMko (amplitude modulatu) irratiek erabilitako teknika antzeratsua erabiltzen dute papagaitxoek: siringean 2 edo 3 kilohertz-etan dabilen oinarrizko bibrazioa sortu eta, ondoren, ustez siringean sortzen duten bigarren bibrazio bat erabili hasierakoa modulatzeko. Bi bibrazioen arteko konbinazioekin frekuentzia gehigarriak sortuz, giza soinuak imitatzen gai dira papagaitxoak.



Kardinalaren kantuaren sonograma.



ARTXIBOKOA

Kantatzeko gaitasuna duten txorien ahots-aparatuaren eskema.

ikerketa batzuen arabera, kanario emeek nahiago dituztelako azkar kantatzeko gai diren arrak.

### Txorietatik gizakietara

Nahiz eta zientzialariak hasi diren txoriek siringea nola erabiltzen duten ulertzen, oraindik ezer gutxi dakite soinuak sortzeko erari buruz. Urtetan bi izan dira teoria nagusiak. Bataren arabera, siringeak duen estugune batean zehar airea pasaziz sortuko lituzkete hotsak txoriek. Beste teoriaren ustetan berriz, siringearen hodieko zut loturiko tinpano-itxurako mintz baten bibraziotik datoz soinuak. Duela urte pare bat ordea, Utah-eko Unibertsitateko Franz Goller eta Danimarkako Odense Unibertsitateko Ole Larsen-ek ustegabeko aurkikuntza egin zuten. Zuntz optikozko endoskopioa txori baten ezta-

rrian behera sartuta, siringea behatzea lortu zuten txoria kantuan ari zen unean. Ondorioa honakoa: siringeak gizakiaren ahots-aparatuaren oso antzera lan egiten duela. Kantuak dirauen bitartean, eztarriko muskuluek bi ehun-tolestura astun, kanpo- eta barne-ezpainak, airearen bidean kokatzen dituzte eta aireak pasatzean bibrazioan jartzen ditu, giza eztarrian ahots-kordekin gertatzen den antzera. Gainera, ustez soinuaren jatorri zen siringeko tinpano-itxurako mintza kenduta ere, txoriaren kantuan eragina oso txikia zela ikusi zuten.

Michale Fee-k, kamera antzeko bat erabiliz beranduago egindako ikerketa batean berriz, emaitza ezberdina lortu zuen: aipatutako mintzarekin batera ehun-talde bakarrak dardar egiten zuten. Ikerketa

horretan ordea, ez zen txori bizidunik aztertu, txonta bati erauzitako siringea baizik. Muskuluen tentsio normala ez duen siringea beraz. Fee-ren New Jersey-ko Lucent Technologies' Bell Laboratories-eko taldeak beste behaketa bat ere egin zuen. Badirudi tarteka txoriaren siringeak era automatikoan lan egiten duela. Txontaren kantuan zenbait unetan kantua doinu garbitik burrunba zaratatsura pasatzen da bat-batean, joan-etorriko itzulian. Fee-k erauzitako siringeak trantsizio berberak agertzen zituen hodiegan zehar airea abiadura gorakorrez pasarazten zenean. Horrek txontaren kantuen aberastasunetako batzuk aire-fluxuaren aldaketa soilen emaitza izan daitezkeela iradokitzen du, eta ez garunean gauzatutako eragiketa konplexuen emaitza.

Baina siringea soinu-iturri den bezala, txoriaren eztarri eta ahoak badute zeresanik gure belarrietara iritsiko den kantuan. Bi bitarteko hauetan sortutako erresonantziek ikaragarri alda dezakete hasierako soinua. Efektu hori oso nabarmena da giza ahotsean ere. Izan ere, eztarri, aho eta hortzei esker bokal eta kontsonanteak osatzen ditugu. Bitartekari horiek dira era berean, norberaren ahotsa bakarria egiten duen tinbre-ezberdintasunen kausa nagusietakoa.

*“txorien siringeak  
gizakiaren  
ahots-aparatuaren  
oso antzera egiten  
du lan”.*

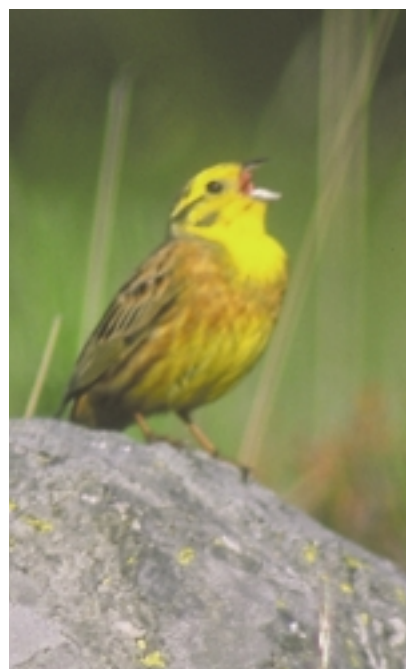
Arrazoi berberengatik, heliozko atmosferan hitz eginez gero, ohikoa baino ahots-tonu altuagoa izango dugu. Helioa airea baino arinagoa izanik, azkarrago garraiatzen du soinua eta normalean baino tonu altuagoko erresonantziak nabarmentzen ditu ahoaldean, nahiz eta ahots-kordetan gertatutako bibrazioaren maiztasuna ezer gutxi aldatzen den ingurune batetik bestera.

Txoriei ere antzeko zerbait gertatzen zaie. Badira hamar urte Stephen Nowiki etologoak bederatzi familia ezberdinetako txoriak helioz aberastutako atmosferan jarri eta beraien kantua grabatu zuela. Kasu guztietan maiztasun altuko tonuak jaso zituen, usakumeen kantuen antzerakoak, txoriek airezko atmosferan kantatzen zutenean agertzen ez zirenak. Emaizta horietan oinarriturik, mokoaren sapaia iragazki gisa jokatzeko duela postulatu zuen. Gune hau dela, eta ez besterik, siringeak sortutako soinuak anplifikatuz doinu erlatiboki puruak sortzen laguntzen duena. Baina kontuan izanda txori askoren kantuan zortzidun batetik besterako jauziak ugariak direla, iragazkia etengabe egokitu beharra dute une bakoitzean doinu egokia sortu ahal izateko. Txolarreen kantua aztertuz, ikertzaileak ohartu ziren hauek mokoia gehiago irekitzen dutela nota altuak botatzerakoan, horrela ahogunea txikitzea eta maiztasun altuagoko erresonantzia sortzea lortzen baitute.

Aurrerago egindako ikerketetan, txolarreen mokoia neurri finko bateraino irekita mantenduta, sortutako soinuak nola mokoak izango ziren aztertu zuen Nowiki-ren taldeak. Horretarako, zenbait egunetan eta une labur batzuetarako mokoia lotu egiten zieten txolarrei, txoriak mokoia posizio horretan edukita kantuan hasteko gai izan ziren arte. Horrela jasotako kantuetan maizago azaltzen ziren tonu altuak bestela baino.

*“txoriaren eztarri eta ahoak badute zeresanik gure belarrietara iritsiko den kantuan”.*

Txolarreak siringea, eztarria eta mokoia era bateratuan erabiltzera nola iristen diren ere aztertu zuen Nowiki-ren taldeak. Lehenengo urratsetan, noten doinua eta



J.R. AHARTEA

Abeslari profesionalen antzera zerura begira kantatzeko joera ote dute txoriek ere?

erritmoa egokiro eramaten ikasten dute txori gazteek eta amaieran berriz, ahots- aparatua osotasuna erabiliz nota puruak nola osatu.

Itxuraz osoki akademikoak daitezkeen ikerketa hauek guztiek dimentsio berria hartzen dute txorien ahots-sistema gizakien antzerako den neurrian. Michale Fee-ren ustetan, gizakien ahots- aparatuari buruz ikas genezake txoriaren siringea aztertuz. Bere argudioen arabera, giza ahotsa era artifizialean antzeratzeko egindako saiakerek porrot egin badute, ahots- aparatua ongi eza gutzen ez dugulako da, neurri batean bederen.

Fee jauna zuzen edo oker egon, mendira joango zaren hurrengo aldian bederen adi egon belarriak dioenari. Beharbada gai izan zaitezke txolarre gazte ezjakinak kantari non dabilzan bereizteko. **□**

## Pinguino erregeen kantua



ARTXIBOKOA

Antartika inguratzen duten irletan aurki ditzakegun pingüino hauek 300.000 espezimen eta gehiagoko kolonietan bizi dira eta, hala ere, nahas-mahas horren guztiaren barnean senitartekoek elkar topo egiten dute. Pingüino bakoitzak gure hatz-marken antzera, berari bakarrik dagokion kantu berezia du: maiztasun finko errepikatzen dituen zenbait silaba. Antza denez, senitarteko diren pingüinoak kantua % 6 bakarrik entzunda ere elkar ezagutzeko gai dira. Harrigarria dirudien gaitasun hori guztiz beharrezkoa dute pingüino erregeek, habiarik egiten ez dutenez, koloniaren barnean kokatzean ez baitute inolako erreferentziarik. Gai horren inguruan egindako ikerketen arabera, pingüino kumeak gai dira 15 m-ra duten amaren deia bereizteko, beste 300.000 lagunen eta haizearen burrunbaren gainetik.