The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Zebras amadīnes uztver saucienus kā nozīmīgas kategorijas — bet tas nav tas pats, kas valoda

Science pētījumā pārbaudīja, vai zebras amadīnes vienkārši dzird atšķirīgus saucienus vai arī organizē savu vokālo repertuāru kategorijās ar uzvedības nozīmi. Laboratorijas diskriminācijas uzdevumos putni apguva visus 11 saucienu tipus, kategorijas pārnesa uz jauniem vokalizētājiem un funkcionāli līdzīgus saucienus jauc biežāk, nekā paredzētu tikai akustiskā līdzība. Tas ir spēcīgs pierādījums kategoriskai uztverei un operacionālai nozīmei, nevis cilvēkam līdzīgai valodai, sintaksei, neierobežotiem vārdiem vai sarunai ar cilvēkiem.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Categorical and semantic perception of the meaning of call-types in zebra finches*, Julie E. Elie, Aude de Witasse-Thézy, Logan Thomas, Ben Malit, and Frédéric E. Theunissen, Science 389, 1210-1215 (2025) · DOI: 10.1126/science.ads8482

Vārds “nozīme” šeit tiek lietots ļoti piesardzīgi

Zebras amadīnēm nav vajadzīga mūsu atļauja sociālai dzīvei. Tās izdod saucienus, kad ir izsalkušas, nošķirtas no citiem, pārošanās uzvedībā, satrauktas, uztur kontaktu ar partneri vai konfliktē. Etologi šīs skaņas var iedalīt **saucienu tipos**: praktiskās kategorijās, piemēram, trauksmes, kontakta vai barības lūgšanas saucienos, ko nosaka gan skaņas forma, gan situācija, kurā putns to izdod. Grūtāks jautājums ir, vai paši putni savus saucienus grupē līdzīgi.

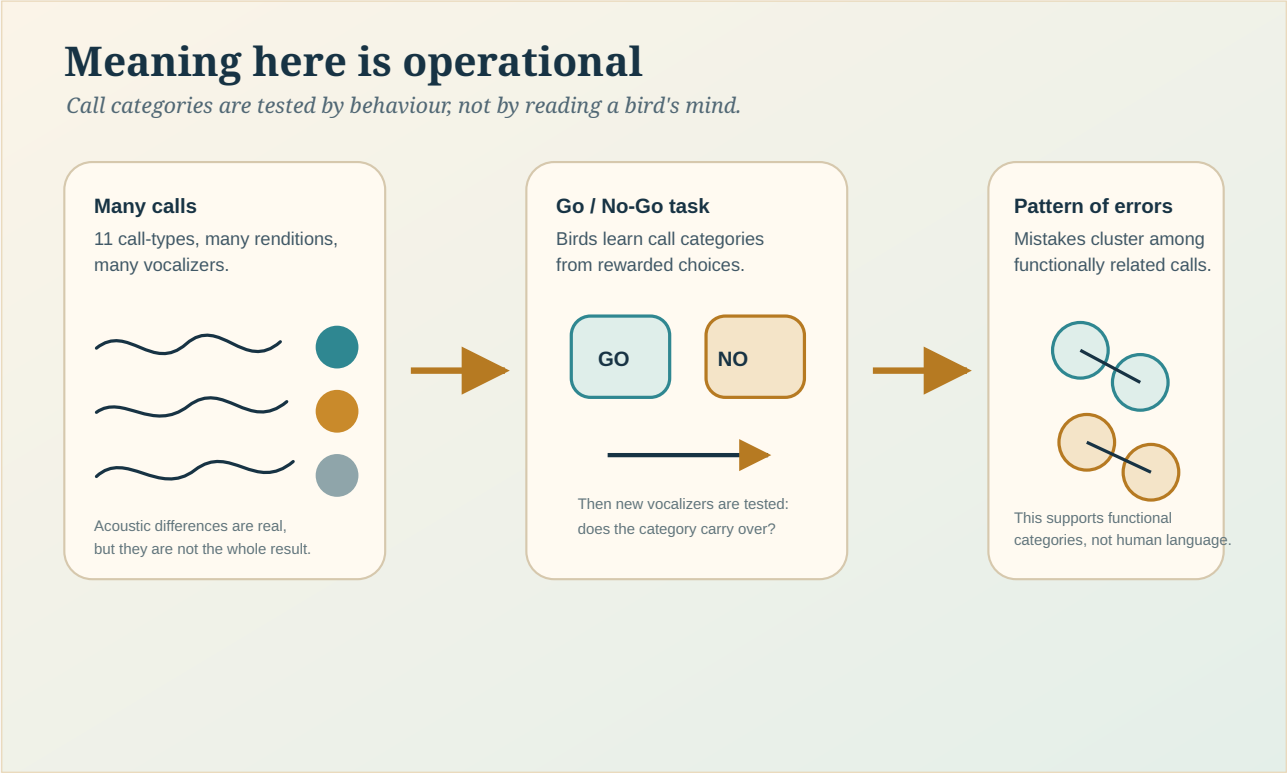
Žurnālā *Science* publicētais darbs izsaka šauru, bet svarīgu apgalvojumu: pieaugušas zebras amadīnes spēj kategorizēt sava vokālā repertuāra saucienu tipus, un viņu kļūdas liecina, ka uzvedības ziņā saistīti saucieni putnu uztveres telpā atrodas tuvāk cits citam, nekā to paredzētu tikai akustiskā līdzība.

Tieši šeit rakstā parādās vārds **semantisks**. Tas nenozīmē, ka putniem ir vārdi cilvēku izpratnē. Tas nenozīmē sintaksi, sarunu vai vārdnīcu, kas paslēpta amadīnes smadzenēs. Šeit “nozīme” ir operacionāla: ja divi saucieni tiek izmantoti līdzīgos sociālos apstākļos un putni tos jauc biežāk, nekā varētu izskaidrot tikai skaņas līdzība, tad uzvedības kategorija acīmredzot ietekmē uztveri.

Precīzais secinājums nav “putniem ir valoda”. Tas ir: zebras amadīnes, šķiet, uztver savus saucienus kā funkcionālas kategorijas, un dažas no šīm kategorijām uzvedas tā, it kā tām būtu nozīme šā eksperimenta ierobežotajā un pārbaudāmajā nozīmē.

Zebras amadīnes (*Taeniopygia guttata*) ir ļoti sociāli dziedātājputni ar bagātu saucienu repertuāru, tāpēc tās ir noderīgs modelis, lai pētītu, kā dzīvnieki kategorizē vokālos signālus.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 4.0



Pierādījumu ķēdes darba versija pārskatīšanai: daudzi 11 saucienu tipu piemēri nonāk Go/No-Go diskriminācijas uzdevumā; galvenais rezultāts ir tas, ka putni kategorijas pārnes uz jauniem vokalizētājiem un kļūdas grupējas pēc sauciena funkcijas, nevis tikai pēc akustiskās līdzības.

The Clean Paper CC BY 4.0

Ko autori pārbaudīja

Autori sāka ar jau esošu etoloģisku zebras amadīņu repertuāra karti. Sugai ir aptuveni **11 pēc etogrammas definēti saucienu tipi**: saucieni, kas saistīti ar kontakta uzturēšanu, pāra saikni un ligzdas uzvedību, trauksmi, agresiju vai neafiliatīvu uzvedību, barības lūgšanu un tēviņa dziesmu.

Šo klasifikāciju izveidoja cilvēki. Tā apvieno skaņas akustiskās īpašības, situāciju, kurā tā tiek izdota, un tipisko sociālo funkciju. Taču cilvēka izveidota etogramma automātiski nav dzīvnieka mentālā karte. Pētījums uzdod trīs savstarpēji saistītus jautājumus.

Pirmkārt, vai zebras amadīnes spēj atšķirt visus šos saucienu tipus?

Otrkārt, vai tās pārnes saucienu tipa kategoriju uz putniem, kuru balsis iepriekš nav dzirdējušas, nevis vienkārši iegaumē konkrētus ierakstus?

Treškārt, kad putni kļūdās, vai kļūdas seko tikai akustiskajai līdzībai, vai arī saucienu uzvedības nozīmei?

Svarīgi, ka eksperimentā putnam neprasa paskaidrot, ko sauciens nozīmē. Tiek pārbaudīts, vai putna uzvedībā kontrolētā uzdevumā parādās statistiska kategoriju un nozīmes pēda.

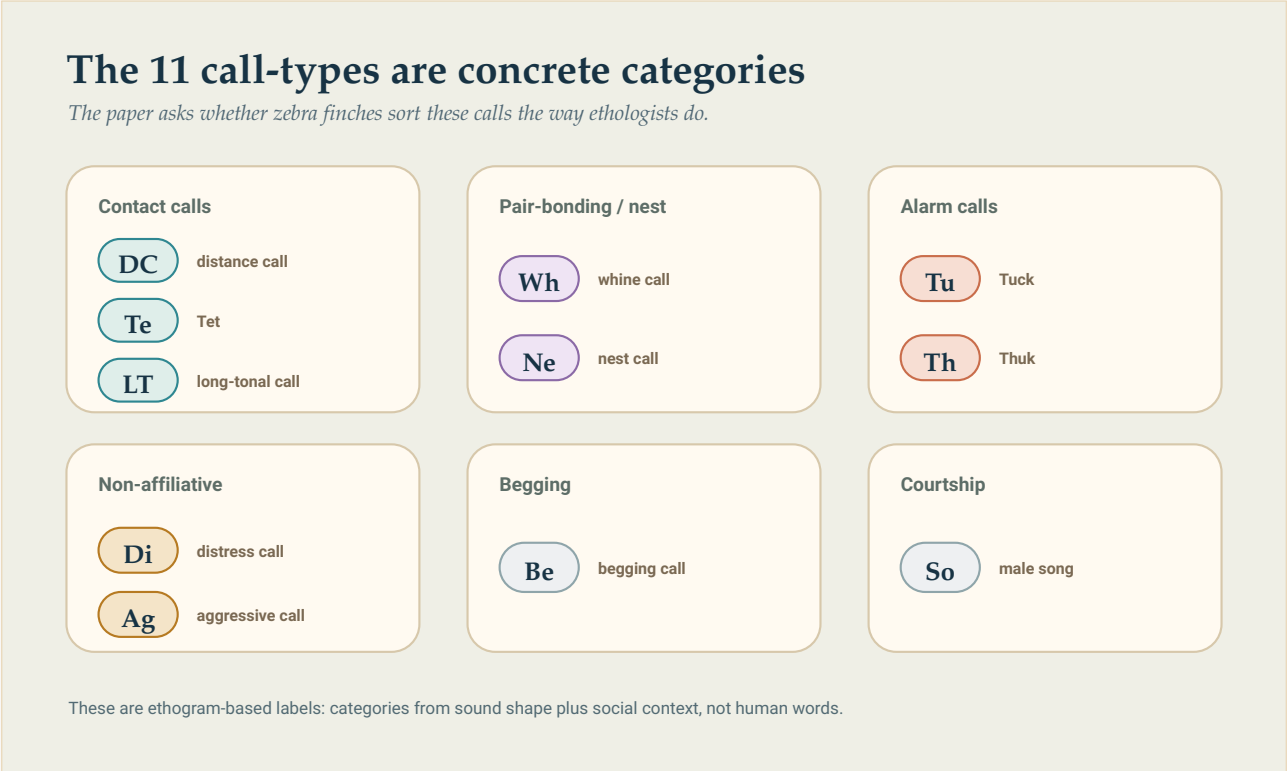
Kā darbojas eksperiments

Trīs termini šajā darbā ir īpaši svarīgi.

Sauciena tips ir zebras amadīnes skaņu kategorija. Darbs izmanto **pēc etogrammas definētus** saucienu tipus — kategorijas, kas ņemtas no uzvedības kataloga un apraksta gan skaņas akustisko formu, gan situāciju, kurā putni to izdod, gan sociālo kontekstu. **Vokalizētājs** ir vienkārši konkrētais putns, kas ierakstīto saucienu izdevis. **Akustiskā forma** ir izmērāmais skaņas raksts, bet **uzvedības funkcija** — tas, kam sauciens parasti tiek izmantots.

Pētījumā izmantotie 11 saucienu tipi nav abstraktas etiķetes. Tas ir repertuārs, ko putniem vajadzēja atšķirt:

- **Kontakta saucieni:** distances sauciens (DC), Tet (Te), garais tonālais sauciens (LT).
- **Pāra saikne un ligzdas uzvedība:** Whine (Wh), ligzdas sauciens (Ne).
- **Trauksmes saucieni:** Tuck (Tu), Thuk (Th).
- **Neafiliatīvi saucieni:** briesmu sauciens (Di), agresīvs sauciens (Ag).
- **Barības lūgšana:** begging call (Be).
- **Pārošanās uzvedība:** tēviņa dziesma (So).



Pētījumā pārbaudītie 11 saucienu tipi, sagrupēti pēc plašas sociālās funkcijas. Apzīmējumi ir etogrammā balstītas avota darba kategorijas: tie nav "vārdi", bet konkrēts repertuārs, kas putniem bija jāatšķir.

The Clean Paper CC BY 4.0

Galvenais uzdevums bija **Go/No-Go dzirdes diskriminācija**. Putns uzknāba izgaismotu taustiņu, lai sāktu sešu sekunžu ierakstu. Ja sauciens bija atalgojams, pareizā rīcība bija gaidīt: pēc skaņas beigām pacēlās barības padevējs un putns saņēma sēklas. Ja sauciens nebija atalgojams, gaidīšana neko nedeva; izdevīgāk bija atkal knābt skaņas atskaņošanas laikā, to pārtraukt un sākt nākamo izmēģinājumu. Tādējādi pārtraukumi atklāj, kuras skaņas putns uztver kā "nepiederīgas atalgojamajai kategorijai".

Katrā testā viens saucienu tips tika atalgots, pārējie desmit — ne. Pēc tam autori mainīja atalgojamo tipu un izgāja cauri visam repertuāram. Viņi izmantoja daudzus viena tipa ierakstus no daudziem dažādiem putniem, turklāt precīzi atkārtojumi bija reti. Tas ir svarīgi: putns nevarēja vienkārši iegaumēt vienu skaņas failu. Lai veiktu uzdevumu, tam bija jāiemācās, kas dažādu indivīdu balsīs un dažādos piemēros joprojām skaitās tas pats sauciena tips.

Vēlāk aprakstītā "uztveres telpa" nav smadzeņu skenējums vai burtiska karte dzīvnieka galvā. Tā ir karte, kas secināta no kļūdām. Ja divi saucienu tipi bieži tiek sajaukti, uzvedības kartē tie tiek novietoti tuvāk. Autori to salīdzina ar akustisku karti, kas veidota tikai no skaņas pazīmēm. Rezultāts kļūst interesants tikai tad, ja putnu kļūdu karte tiek vilkta saucienu funkcijas virzienā, nevis seko tikai līdzīgai skaņai.

Ko viņi atklāja

Putni spēja atšķirt visu repertuāru. Divpadsmit pieaugušas zebras amadīnes — seši tēviņi un sešas mātītes — tika testētas ar visiem 11 saucienu tipiem. Gandrīz visi testi bija sekmīgi: **127 no 131** saucienu tipu diskriminācijas testiem bija statistiski nozīmīgi. Dažas neveiksmes attiecās uz konkrētiem putniem un konkrētiem saucieniem; kopumā katrs tips tika atšķirts labāk par nejaušības līmeni.

Tas ir svarīgi, jo repertuārs nav kārtīgs, izolētu pīkstienu komplekts. Daži tipi akustiski veido ciešas grupas, citi pakāpeniski pāriet cits citā. Putni kategorijas tomēr apguva.

Kategorijas tika pārnestas uz jauniem vokalizētājiem. Otrajā eksperimentā putni iemācījās atšķirt divus saucienu tipus no neliela vokalizētāju skaita. Nākamajā dienā tika pievienoti jaunu putnu ieraksti ar to pašu atalgošanas noteikumu. Putni tos pareizi klasificēja jau testa sākumā, pirms bija iespējams katru jauno piemēru atsevišķi iemācīties no atalgojuma. Tas atbalsta sauciena tipa kategorisku uztveri, nevis tikai konkrētu skaņu iegaumēšanu.

Kategorija spēja pārspēt jaunu atalgošanas noteikumu. Spēcīgākais uzvedības tests bija nesaderīgais uzdevums. Jaunu vokalizētāju saucieniem piešķīra pretēju atalgošanas noteikumu nekā tam pašam sauciena tipam iepriekš. Ja putni vienkārši sekotu jaunajiem akustiskajiem piemēriem, tiem vajadzētu uzreiz pielāgoties. Taču sākumā atbildes sekoja iepriekš apgūtajai sauciena tipa kategorijai un sistemātiski noveda pie nepareiziem atalgojuma lēmumiem. Dienas gaitā putni lēnām apguva patvaļīgo jauno noteikumu. Tas ir tieši tas, ko gaidītu, ja dabiskā saucienu kategorija būtu pietiekami reāla, lai traucētu.

Kļūdas nebija tikai akustiskas. Autori salīdzināja akustisko telpu, kas veidota no klasifikatora kļūdām starp saucienu skaņām, ar uztveres telpu, kas veidota no putnu uzvedības kļūdām. Telpas bija saistītas — skaņa joprojām bija svarīga. Taču viena un tā pati uzvedības jeb semantiskā virskategorija putnu uztveres telpā saucienus satuvināja vairāk nekā akustiskajā telpā. Darbs to sauc par **semantiskā magnēta efektu**.

Skaitliski grupēšanās pēc semantiskās virskategorijas uztveres kartē bija apmēram **2,43 reizes spēcīgāka** nekā akustiskajā kartē. Vienkārši sakot: putnu kļūdas tika vilktas funkcionālās nozīmes virzienā, nevis tikai līdzīgas skaņas virzienā.

Ko šeit nozīmē “semantisks”

Šeit vajadzīga vislielākā piesardzība. Ikdienas valodā “semantisks” ātri pārvēršas par “vārdiem”. Šis pētījums to nepierāda.

Darbs vārdu “semantisks” lieto uzvedības un salīdzinošās kognitīvās zinātnes nozīmē. Sauciena tipam ir iespējamā nozīme, jo tas saistīts ar sociālu funkciju: trauksmi, kontaktu, barības lūgšanu, agresiju, pāra saikni vai pārošanos. Ja putni divus vienas plašas sociālās kategorijas saucienus jauc biežāk, nekā paredz akustika, tad šo funkcionālo kategoriju var saskatīt pašā uztveres struktūrā.

Tas ir nopietns rezultāts. Tas liecina, ka putns ne tikai "dzird spektrogrammu". Tas uztver savai sugai raksturīgos saucienus kā uzvedības funkcijā organizētas kategorijas.

Tomēr secinājums joprojām ir netiešs. Autori nevar lasīt dzīvnieka domas un to arī neapgalvo. Iekšējās reprezentācijas tiek secinātas no uzvedības — diskriminācijas, vispārināšanas un sistemātiskām kļūdām.

Noderīgāka analoģija nav "amadīņu vārdi". Drīzāk putnu dzirdes sistēma, šķiet, maina uztverto attālumu starp saucieniem atkarībā no tā, kādam nolūkam šie saucieni kalpo.

Ko tas nepierāda

- Tas **neparāda cilvēkam līdzīgu valodu**. Šeit nav sintakses, gramatikas, kompozicionālas nozīmes vai neierobežoti paplašināma vārdu krājuma.
- Tas **neparāda, ka zebras amadīnēm ir "vārdi"**. Saucienu tipi ir sugai raksturīgas vokālās kategorijas, kas saistītas ar uzvedības situācijām, nevis simboliskas etiķetes, ko var brīvi kombinēt.
- Tas **neparāda sarunu ar cilvēkiem** vai atšifrētu kanālu, caur kuru mēs varētu "runāt" ar putniem.
- Tas **nepiekļūst mentāliem stāvokļiem tieši**. Nozīme tiek secināta no uzvedības uzdevumā un kļūdu struktūras, nevis novērota putna prātā.
- Tas **neparāda, ka putni saprata jaunas nozīmes**. Vispārināšana uz jauniem vokalizētājiem ir sauciena tipa kategorijas pārnešana uz dažādu indivīdu balsīm.
- Tas **neatrisina jautājumu par šo kategoriju attīstību**. Pētīti pieauguši putni; kā ekspozīcija un attīstība veido semantiskā magnēta efektu, paliek nākotnes darbam.

Cik pārliecinoši ir pierādījumi?

Par saucienu tipu kategorisku uztveri pierādījumi ir spēcīgi. Dizains liek putniem atšķirt visu repertuāru, izmanto daudzus piemērus no daudziem vokalizētājiem un ietver vispārināšanas testu, kur tikko dzirdētu putnu saucieni tiek klasificēti pēc tipa. Nesaderīgais atalgošanas nosacījums ir īpaši noderīgs, jo parāda, ka kategorija var traucēt jauna patvaļīga noteikuma apguvei.

Par operacionālu semantiskās uztveres formu pierādījumi ir labi, bet vairāk secinoši. Semantiskā magnēta efekts nav tikai metafora: autori salīdzina akustiskos un uzvedības attāluma kartējumus un atrod, ka uzvedības ziņā saistīti saucienu tipi uztverē grupējas vairāk nekā akustikā. Tas atbalsta ideju, ka sauciena funkcija ietekmē uztveri.

Pierādījumu par cilvēkam līdzīgu nozīmi nav — un tiem nav jābūt. Darbs ir interesantāks, ja ļaujam tam palikt konkrētam. Dzīvnieku komunikācijai nav jākļūst līdzīgai cilvēku runai, lai tā būtu zinātniski vērtīga.

Kāpēc tas ir svarīgi

Publiskā kārdinājuma trajektorija ir acīmredzama. Ja putns uztver saucienu kā nozīmīgu, nākamais virsraksts grib teikt, ka mēs "atšifrējam dzīvnieku valodu". Šāds lēciens izlaiž tieši grūtāko zinātnes daļu.

Piesardzīgais rezultāts ir labāks. Tas rāda, kā pētnieki var eksperimentāli pārbaudīt "nozīmi", neizliekoties, ka tulko dzīvnieka prātu. Var jautāt, vai paši dzīvnieki piekrīt cilvēku etologu kategorijām; vai jauni piemēri tiek sakārtoti pēc kategorijas; vai kļūdas seko akustiskajai līdzībai vai sociālajai funkcijai. Tas padara senu jautājumu — vai dzīvnieku saucieniem pašiem dzīvniekiem ir nozīme? — eksperimentāli daudz precīzāku.

Tas arī palīdz izvairīties no maldīgas kāpnes, kur cilvēkiem ir valoda, bet visam pārējam tikai troksnis. Zebras amadīnēm ir neliels, sugai raksturīgs vokālais repertuārs. Šis pētījums liecina, ka šajā repertuārā putni uztver strukturētas kategorijas, kas saistītas ar sociālu lietojumu. Tā nav mūsu valoda. Tā ir viņu komunikācijas sistēma, pārbaudīta pēc tās pašas noteikumiem.

Īss kopsavilkums

Science pētījumā pieaugušas zebras amadīnes tika testētas ar 11 sava vokālā repertuāra saucienu tipiem. Dzirdes Go/No-Go uzdevumos putni atšķīra visus saucienu tipus, pārnesa iemācītās kategorijas uz jaunu vokalizētāju ierakstiem un nesaderīgā nosacījumā sākumā sekoja saucienu tipa kategorijai pat tad, ja tas noveda pie nepareiza atalgojuma lēmuma. Pēc tam autori salīdzināja akustisko līdzību ar uzvedības kļūdām un atklāja, ka līdzīgos sociālos kontekstos izmantoti saucieni putnu uztveres telpā grupējas spēcīgāk nekā akustiskajā telpā. Tas atbalsta kategorisku uztveri un operacionālu semantiskās uztveres formu: putni savus saucienus, šķiet, organizē pēc funkcionālām kategorijām, nevis tikai pēc skaņas. Tas neparāda cilvēkam līdzīgu valodu, sintaksi, vārdus, tiešu piekļuvi mentāliem stāvokļiem vai iespēju sarunāties ar putniem.

Bez pārspīlējumiem

Ko pētījums parāda: pieaugušas zebras amadīnes spēj atšķirt sava repertuāra 11 pēc etogrammas definētos saucienu tipus; tās pārnes kategorijas uz jauniem vokalizētājiem; un sistemātiskās kļūdas ietekmē uzvedības jeb semantiskās kategorijas papildus akustiskajai līdzībai.

Kas ir ticams, bet nav pierādīts: ka zebras amadīnēm ir iekšējas saucienu nozīmes reprezentācijas; ka uzvedībā redzamajam "semantiskā magnēta" efektam atbilst līdzīgi neirāli kartējumi; ka attīstība un pieredze šīs kategorijas veido līdzīgi citām apgūtām uztveres kategorijām.

Ko tas neparāda: cilvēkam līdzīgu valodu, gramatiku, neierobežotu vārdu krājumu, simbolisku atsauci cilvēku izpratnē, tiešus pierādījumus par subjektīviem mentāliem stāvokļiem vai veidu, kā cilvēkiem runāt ar zebras amadīnēm.

Galvenie ierobežojumi: laboratorijas operantās kondicionēšanas uzdevumi ar **12 pieaugušiem putniem**, nevis dabiskas lauka mijiedarbības; "semantika" tiek secināta no uzvedības un kļūdu struktūras; attīstības jautājums paliek atklāts; rezultāts attiecas uz fiksētu, sugai raksturīgu repertuāru, nevis elastīgu kompozicionālu valodu.

Cik lielai pārliecībai vajadzētu būt vispārīgam lasītājam? Augstai par to, ka zebras amadīnes šajā uzdevumā kategorizē un atšķir savus saucienu tipus. Labai par to, ka kļūdas atspoguļo funkcionālas kategorijas, ne tikai akustisku līdzību. Zemai par to, ka tas būtu pierādījums "putnu valodai" cilvēku izpratnē. Pareizā attieksme: spēcīgs dzīvnieku kognīcijas rezultāts par nozīmīgām vokālām kategorijām, nevis doktora Dūlitla brīdis.

Avoti

Science 389, 1210-1215 (2025)
https://doi.org/10.1126/science.ads8482

Author manuscript in PMC — PMCID PMC12721838
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/

Behavioral data and analysis code — Zenodo
https://zenodo.org/records/13623969

Zebra finch acoustical database — Figshare
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1