



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

Seeprapeipot käsittelevät kutsuääniä merkityksellisinä luokkina — mutta se ei ole sama asia kuin kieli

Science-lehdessä julkaistu tutkimus selvitti, kuulevatko seeprapeipot vain erilaisia kutsuääniä vai järjestävätkö ne oman ääntelyvalikoimansa käyttäytymiseen liittyvää merkitystä kantaviin luokkiin. Laboratorion erottelutehtävissä linnut oppivat kaikki 11 kutsuäänityyppiä, yleistivät luokat uusien yksilöiden ääniin ja sekoittivat järjestelmällisesti samankaltaisissa tilanteissa käytettyjä kutsuja useammin kuin pelkkä akustinen samankaltaisuus ennustaisi. Tämä on vahvaa näyttöä kategorisesta havaitsemisesta ja rajatusta, toiminnallisesta merkityksestä. Se ei ole näyttöä siitä, että seeprapeipoilla olisi ihmisen kaltainen kieli, syntaksi, avoin sanasto tai keskustelukanava ihmisten kanssa.

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](https://doi.org/10.1126/science.ads8482)

Sana ”merkitys” on tässä tarkasti rajattu

Seeprapeipot eivät tarvitse meidän lupaamme sosiaaliseen elämään. Ne ääntelevät ollessaan nälkäisiä, erossa toisistaan, kosintatilanteessa, hälytystilassa, yhteydessä kumppaniinsa tai konfliktissa. Etologit voivat jakaa nämä äänet **kutsuäänityyppeihin**: käytännöllisiin luokkiin, kuten hälytys-, yhteydenpito- ja kerjäämiskutsuihin, jotka määritellään äänen rakenteen ja linnun käyttäytymistilanteen perusteella. Vaikeampi kysymys on, jäsentävätkö linnut itse kutsunsa samalla tavalla.

Science-lehdessä julkaistu tutkimus esittää rajatun mutta tärkeän väitteen: aikuiset seeprapeipot pystyvät luokittelemaan oman ääntelyvalikoimansa kutsuäänityyppejä, ja niiden virheet viittaavat siihen, että käyttäytymiseltään toisiinsa liittyvät kutsut ovat lintujen havaintoavaruudessa lähempänä toisiaan kuin pelkkä akustiikka ennustaisi.

Tässä kohtaa tutkimus käyttää sanaa **semanttinen**. Se ei tarkoita, että linnuilla olisi sanoja ihmisen tarkoittamassa mielessä. Se ei tarkoita syntaksia, keskustelua tai peipon aivoihin kätkeytyvää sanakirjaa. Tässä ”merkitys” määritellään toiminnallisesti: jos kahta kutsua käytetään samankaltaisissa sosiaalisissa tilanteissa ja linnut sekoittavat ne toisiinsa useammin kuin pelkän äänen perusteella pitäisi, käyttäytymiseen liittyvä luokka näyttää muovaavan havaintoa.

Selkeä tulkinta ei siis ole ”linnuilla on kieli”. Se on: seeprapeipot näyttävät käsittelevän omia kutsujaan toiminnallisina luokkina, ja osa näistä luokista käyttäytyy ikään kuin niillä olisi merkitys kokeen rajatussa ja testattavassa mielessä.

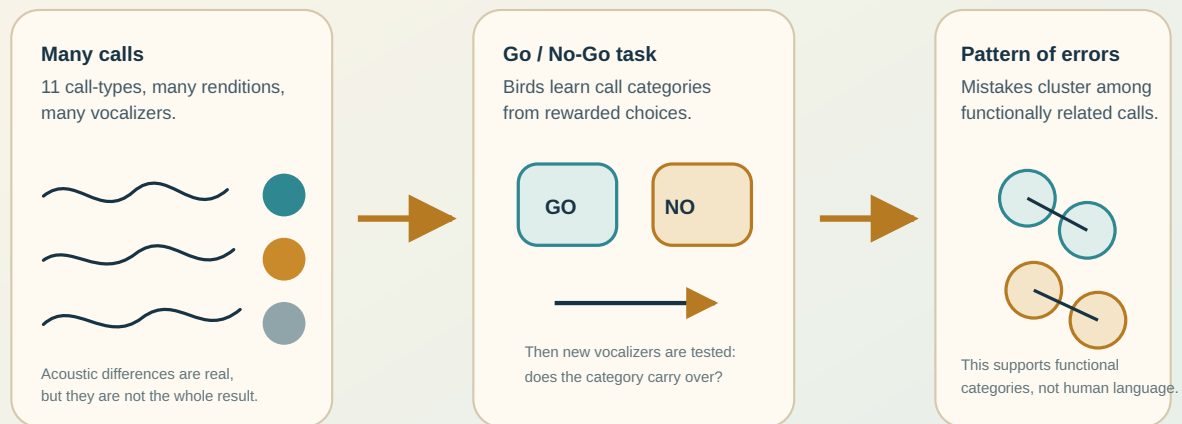


Seeprapeipot (*Taeniopygia guttata*) ovat hyvin sosiaalisia laululintuja, joilla on monipuolinen kutsuäänivalikoima. Siksi ne sopivat hyvin malliksi eläinten ääntelysignaalien luokittelun tutkimiseen.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 4.0

Meaning here is operational

Call categories are tested by behaviour, not by reading a bird's mind.



Luonnos evidenssiketjusta tarkistettavaksi: 11 kutsuäänityypistä käytetään useita versioita Go/No-Go-erottelutehtävässä. Keskeinen tulos on, että linnut yleistävät luokkia uusiin ääntelijöihin ja niiden virheet ryhmittyvät kutsun funktion, eivät vain akustisen samankaltaisuuden mukaan.

The Clean Paper CC BY 4.0

Mitä tutkijat testasivat

Tutkijat lähtivät liikkeelle olemassa olevasta etologisesta kuvauksesta seeprapeipon ääntelyvalikoimasta. Lajilla on suunnilleen **11 etogrammiin perustuvaa kutsuäänityyppiä**: yhteydenpitoon, parisiteeseen ja pesäkäyttäytymiseen, hälytykseen, aggressioon tai muuhun ei-affiliatiiviseen käyttäytymiseen, kerjäämiseen sekä koiraan lauluun liittyviä ääniä.

Tämän luokituksen ovat tehneet ihmiset. Siinä yhdistyvät akustiset piirteet, tilanne jossa ääni tuotetaan ja se, mitä ääni yleensä tekee lintujen sosiaalisessa elämässä. Ihmisen laatima etogrammi ei kuitenkaan automaattisesti vastaa eläimen omaa mentaalista karttaa. Tutkimus kysyy kolmea toisiinsa liittyvää asiaa.

Ensiksi: pystyvätkö seeprapeipot erottamaan kaikki nämä kutsuäänityypit toisistaan?

Toiseksi: yleistävätkö ne kutsuäänityypin luokan sellaisiin ääntelijöihin, joita ne eivät ole aiemmin kuulleet, vai muistavatko ne vain yksittäisiä esimerkkejä?

Kolmanneksi: kun ne tekevät virheitä, seuraavatko virheet vain akustista samankaltaisuutta vai myös kutsujen käyttäytymiseen liittyvää merkitystä?

Oleellista on, ettei kokeessa pyydetä lintua selittämään, mitä jokin kutsu merkitsee. Sen sijaan kysytään, näkyykö linnun käyttäytymisessä kontrolloidussa tehtävässä luokkien ja merkityksen tilastollinen jälki.

Miten koe toimii

Kolme termiä kantaa tässä tutkimuksessa paljon painoa.

Kutsuäänityyppi on seeprapeipon äänen luokka. Tutkimuksessa käytetään **etogrammiin perustuvia** kutsuäänityyppejä eli käyttäytymisluettelosta periytyviä luokkia: miltä ääni akustisesti näyttää, milloin linnut tuottavat sitä ja millaiseen sosiaaliseen tilanteeseen se kuuluu. **Ääntelijä** tarkoittaa yksinkertaisesti yksittäistä lintua, joka tuotti tallennetun kutsun. **Akustinen muoto** on mitattava äänikuvio; **käyttäytymisfunktio** on se, mihin kutsua tavallisesti käytetään.

Tutkimuksen 11 kutsuäänityyppiä eivät ole abstrakteja nimilappuja. Ne muodostavat sen ääntelyvalikoiman, jonka erottelua linnuilta testattiin:

- **Yhteydenpitokutsut:** distance call (DC), Tet (Te), long-tonal call (LT).
- **Pariside ja pesäkäyttäytyminen:** whine call (Wh), nest call (Ne).
- **Hälytyskutsut:** Tuck (Tu), Thuk (Th).
- **Ei-affiliatiiviset kutsut:** distress call (Di), aggressive call (Ag).
- **Kerjääminen:** begging call (Be).
- **Kosinta:** koiraan laulu (So).

The 11 call-types are concrete categories

The paper asks whether zebra finches sort these calls the way ethologists do.

Contact calls

- DC distance call
- Te Tet
- LT long-tonal call

Pair-bonding / nest

- Wh whine call
- Ne nest call

Alarm calls

- Tu Tuck
- Th Thuk

Non-affiliative

- Di distress call
- Ag aggressive call

Begging

- Be begging call

Courtship

- So male song

These are ethogram-based labels: categories from sound shape plus social context, not human words.

Tutkimuksessa testatut 11 kutsuäänityyppiä ryhmiteltyinä laajan sosiaalisen funktion mukaan. Nimikkeet ovat lähdeartikkelin etogrammiin perustuvia luokkia: ne eivät ole "sanoja", mutta ne tekevät konkreettiseksi sen ääntelyvalikoiman, joka lintujen piti erottaa.

The Clean Paper CC BY 4.0

Päätehtävä oli **auditiivinen Go/No-Go-erottelutehtävä**. Lintu nokkaasi valaistua näppäintä käynnistääkseen kuuden sekunnin äänitteen. Palkittavan kutsun kohdalla oikea ratkaisu oli odottaa: äänen päätyttyä ruokinta-astia nousi esiin ja lintu sai siemeniä. Palkitsemattoman kutsun kohdalla odottamisesta ei seurannut mitään; tehokas ratkaisu oli nokkaista uudelleen jo äänitteen aikana, keskeyttää ääni ja aloittaa uusi koe. Näin linnun keskeytykset paljastivat, mitä ääniä se käsitteli "ei-palkittavana luokkana".

Kussakin testissä yksi kutsuäänityyppi oli palkittava ja muut kymmenen eivät. Tutkijat vaihtoivat tämän jälkeen palkittavaa kutsuäänityyppiä ja kävivät läpi koko ääntelyvalikoiman. He käyttivät myös paljon eri versioita monilta eri ääntelijöiltä, ja täsmälleen samoja tallenteita toistettiin vain vähän. Tämä on tärkeää: lintu ei voinut vain opetella ulkoa yhtä tallennetta. Menestyäkseen sen oli opittava, mikä lasketaan kyseiseksi kutsuäänityypiksi eri lintujen äänissä ja eri esimerkeissä.

Myöhemmin kuvattu "havaintoavaruus" ei ole aivokuva eikä kirjaimellinen kartta eläimen sisällä. Se on virheistä päätelty kartta. Jos kaksi kutsuäänityyppiä sekoitetaan usein, ne sijoitetaan tässä käyttäytymiskartassa lähemmäksi toisiaan. Tutkijat vertaavat sitä pelkistä ääniominaisuuksista muodostettuun akustiseen karttaan. Väite muuttuu kiinnostavaksi vain, jos lintujen virhekartta vetäytyy kutsun funktion suuntaan eikä pelkästään samankaltaisen äänen suuntaan.

Mitä he havaitsivat

Linnut pystyivät erottamaan koko ääntelyvalikoiman. Kaksitoista aikuista seeprapeippoja, kuusi koirasta ja kuusi naarasta, testattiin kaikilla 11 kutsuäänityypillä. Lähes kaikki testit onnistuivat: **127 of 131** kutsuäänityyppien erottelutestistä oli tilastollisesti merkitseviä. Harvat epäonnistumiset koskivat tiettyjä lintuja ja tiettyjä kutsuäänityyppejä; kokonaiskuva oli, että jokainen kutsuäänityyppi erotettiin sattumaa paremmin.

Tällä on merkitystä, koska ääntelyvalikoima ei ole selvärajainen kokoelma toisistaan irrallisia piippauksia. Osa kutsuäänityypeistä muodostaa akustisesti tiiviitä ryhmiä, kun taas toiset muuttuvat asteittain toisikseen. Linnut oppivat luokat silti.

Ne yleistivät luokat uusiin ääntelijöihin. Toisessa kokeessa linnut oppivat erottamaan kaksi kutsuäänityyppiä pienen ääntelijäjoukon perusteella. Seuraavana päivänä mukaan lisättiin uusia ääntelijöitä samalla palkitsemissäännöllä. Linnut luokittelivat nämä uudet kutsut oikein jo testin alkuvaiheessa, ennen kuin ne olisivat ehtineet oppia jokaisen uuden esimerkin palkintopalautteen avulla. Tämä tukee kutsuäänityypin kategorista havaitsemista eikä pelkkää yksittäisten äänten muistamista.

Luokka pystyi syrjäyttämään uuden palkitsemissäännön. Vahvin käyttäytymiseen liittyvä testi syntyi, kun tutkijat tekivät tehtävästä ristiriitaisen. Uusien ääntelijöiden kutsuille annettiin päinvastainen palkitsemissääntö kuin mitä linnut olivat oppineet kyseiselle kutsuäänityypille. Jos linnut

olisivat vain seuranneet uusia akustisia esimerkkejä, niiden olisi pitänyt sopeutua heti. Sen sijaan varhaiset vastaukset seurasivat aiemmin opittua kutsuäänityypin luokkaa ja johtivat järjestelmällisesti vääriin palkitsemispäätöksiin. Päivän mittaan linnut oppivat vähitellen mielivaltaisen uuden säännön. Juuri tätä odottaisi, jos luonnollinen kutsuääniluokka olisi riittävän todellinen häiritäkseen uuden säännön oppimista.

Virheet eivät selittyneet vain akustiikalla. Tutkijat vertasivat keskenään akustista avaruutta, joka muodostettiin luokittelijan kutsuäänten sekaannuksista, ja havaintoavaruutta, joka muodostettiin lintujen käyttäytymisvirheistä. Avaruudet liittyivät toisiinsa: ääni siis edelleen merkitsi. Mutta samaan käyttäytymis- tai semanttiseen yläluokkaan kuuluvat kutsuäänityypit olivat lintujen havaintoavaruudessa lähempänä toisiaan kuin akustisessa avaruudessa. Tutkimus kutsuu tätä **semanttiseksi magneettivaikutukseksi**.

Lukuina semanttisen yläluokan mukainen ryhmittäminen oli havaintokartassa noin **2.43 kertaa voimakkaampaa** kuin akustisessa kartassa. Yksinkertaisesti sanottuna lintujen virheitä veti toiminnallinen merkitys, ei vain äänen samankaltaisuus.

Mitä ”semanttinen” tarkoittaa tässä

Tämä kohta vaatii eniten varovaisuutta. Arkikielessä ”semanttinen” muuttuu helposti ”sanoiksi”. Sitä tämä tutkimus ei osoita.

Tutkimus käyttää sanaa ”semanttinen” käyttäytymistieteellisessä ja vertailevan kognition merkityksessä. Kutsuäänityypillä on oletettu merkitys, koska se liittyy sosiaaliseen funktioon: hälytykseen, yhteydenpitoon, kerjäämiseen, aggressioon, parisiteeseen tai kosintaan. Jos linnut sekoittavat kaksi saman laajan sosiaalisen luokan kutsuäänityyppejä useammin kuin akustiikka ennustaa, tämä toiminnallinen luokka muovaa niiden havaintoavaruutta.

Tulos on merkittävä. Se viittaa siihen, ettei lintu kuule vain spektrogrammia. Lintu käsittelee lajille ominaisia kutsuja käyttäytymisen mukaan järjestyneinä luokkina.

Tulos on kuitenkin edelleen epäsuora. Tutkijat eivät voi lukea eläimen mieltä, ja he sanovat sen itse. Sisäistä representaatiota päätellään käyttäytymisestä: erottelusta, yleistämisestä ja järjestelmällisistä virheistä.

Hyödyllinen vertaus ei ole ”peipon sanat”. Parempi vertaus on tämä: linnun kuulojärjestelmä näyttää muuttavan kutsujen välistä etäisyyttä sen mukaan, mihin kutsuja käytetään.

Mitä tämä ei osoita

- Se **ei** osoita ihmisen kaltaista kieltä. Tulos ei sisällä syntaksia, kielioppia, kompositionaalista merkitystä eikä avointa sanastoa.
- Se **ei** osoita, että seeprapeipoilla olisi ”sanoja”. Kutsuäänityypit ovat lajille ominaisia, käyttäy-

tymistilanteisiin sidottuja ääntelyluokkia, eivät symbolisia nimikkeitä, joita voisi yhdistellä vapaasti.

- Se **ei** osoita keskustelua ihmisten kanssa eikä avaa tulkittua kanavaa lintujen kanssa puhumiseen.
- Se **ei** anna suoraa pääsyä mentaaliin tiloihin. Merkitys päätellään tehtäväkäyttäytymisestä ja virherakenteesta, ei havaita suoraan linnun mielessä.
- Se **ei** osoita, että linnut ymmärsivät uusia merkityksiä. Yleistys uusiin ääntelijöihin tarkoittaa kutsuäänityypin luokan yleistämistä eri yksilöiden ääniin.
- Se **ei** ratkaise sitä, miten nämä luokat kehittyvät. Tutkimuksessa testattiin aikuisia lintuja; altistuksen ja kehityksen vaikutus semanttiseen magneettivaikutukseen jää tulevan tutkimuksen tehtäväksi.

Kuinka vahvaa näyttö on?

Näyttö kutsuäänityyppien kategorisesta havaitsemisesta on vahvaa. Asetelma testaa lintujen kykyä erottaa koko ääntelyvalikoima, käyttää paljon versioita monilta ääntelijöiltä ja sisältää yleistystestin, jossa uudet ääntelijät luokitellaan kutsuäänityypin perusteella. Ristiriitainen palkitseminen on erityisen hyödyllinen, koska se osoittaa luokan voivan häiritä uuden mielivaltaisen säännön noudattamista.

Näyttö toiminnallisen semanttisen havaitsemisen puolesta on hyvää mutta päätelmällisempää. Semanttinen magneettivaikutus ei ole vain kielikuva: tutkijat vertaavat akustisia ja käyttäytymiseen perustuvia etäisyyskarttoja ja havaitsevat, että käyttäytymiseltään toisiinsa liittyvät kutsuäänityypit ryhmittyvät havainnossa tiukemmin kuin akustiikassa. Tämä tukee ajatusta, että kutsun funktio muo-
vaa havaintoa.

Ihmisen kaltaisesta merkityksestä näyttöä ei ole — eikä sitä tarvitsekaan olla. Tutkimus on kiinnostavampi, kun sen annetaan pysyä täsmällisenä. Eläinten viestintä ei muutu arvokkaaksi vasta silloin, kun se muistuttaa ihmisen puhetta.

Miksi tällä on merkitystä

Julkinen houkutus on ilmeinen. Jos lintu kuulee kutsun merkityksellisenä, seuraava otsikko haluaa väittää, että olemme purkamassa eläinten kieltä. Tällainen loikka ohittaa tieteen vaikeimman osan.

Varovainen tulos on parempi. Se näyttää, miten tutkijat voivat testata ”merkitystä” väittämättä kääntävänsä eläimen mieltä. He voivat kysyä, vastaavatko eläinten luokat ihmisten etologien luokkia. He voivat kysyä, järjestyvätkö uudet esimerkit luokan mukaan. He voivat kysyä, seuraavatko virheet akustista samankaltaisuutta vai sosiaalista funktiota. Näin vanhasta kysymyksestä — merkitsevätkö eläinten kutsut mitään eläimille itselleen? — voidaan tehdä kokeellisesti tarkempi.

Se siirtää keskustelua myös pois väärästä asteikosta, jossa ihmisillä on kieli ja kaikella muulla vain melua. Seeprapeipoilla on pieni, lajille ominainen ääntelyvalikoima. Tämän tutkimuksen perusteella

linnut näyttävät havaitsevan sen sisällä jäsentyneitä luokkia, jotka liittyvät sosiaaliseen käyttöön. Se ei ole meidän kieleemme. Se on niiden viestintäjärjestelmä, jota testataan sen omilla ehdoilla.

Tiivis yhteenveto

Science-lehdessä julkaistussa tutkimuksessa aikuisia seeprapeippoja testattiin niiden ääntelyvalikoiman 11 kutsuäänityypillä. Auditiiivisissa Go/No-Go-tehtävissä linnut erottivat kaikki kutsuäänityypit, yleistivät opitut luokat uusien ääntelijöiden kutsuihin ja seurasivat ristiriitaisessa ehdossa aluksi kutsuäänityypin luokkaa silloinkin, kun se johti väärin palkitsemispäätöksiin. Tutkijat vertasivat tämän jälkeen akustista samankaltaisuutta käyttäytymisvirheisiin ja havaitsivat, että samankaltaisissa sosiaalisissa tilanteissa käytetyt kutsuäänityypit ryhmittäytyivät lintujen havaintoavaruudessa tiukemmin kuin akustisessa avaruudessa. Tämä tukee kategorista havaitsemista ja toiminnallista semanttista havaitsemista: linnut näyttävät järjestävän omia kutsujaan funktionaalisten luokkien eivätkä pelkän äänen perusteella. Se ei osoita ihmisen kaltaista kieltä, syntaksia tai sanoja, anna suoraa pääsyä mentaaliin tiloihin eikä mahdollista keskustelua lintujen kanssa.

Realistinen arvio

Mitä tutkimus osoittaa: Aikuiset seeprapeipot pystyvät erottamaan ääntelyvalikoimansa 11 etogrammiin perustuvaa kutsuäänityyppiä; ne yleistävät kutsuääniluokkia uusiin ääntelijöihin; ja niiden järjestelmällisiä virheitä muovaavat käyttäytymis- tai semanttiset luokat pelkän akustisen samankaltaisuuden lisäksi.

Mikä on uskottavaa mutta ei osoitettu: Että seeprapeipoilla on kutsujen merkityksen sisäisiä representaatioita; että samankaltaiset hermostolliset kartat ovat käyttäytymisessä näkyvän ”semanttisen magneetin” taustalla; että kehitys ja altistus muovaavat näitä luokkia samaan tapaan kuin muita opittuja havaintoluokkia.

Mitä se ei osoita: Ihmisen kaltaista kieltä; kielioppia; avointa sanastoa; symbolista viittaamista ihmisen tarkoittamassa mielessä; suoraa näyttöä subjektiivisista mentaalisista tiloista; tapaa, jolla ihmiset voisivat puhua seeprapeipoille.

Tärkeimmät rajoitukset: Tutkimuksessa käytettiin laboratorio-olosuhteiden operantteja tehtäviä 12 aikuisella linnulla, ei luonnollista vuorovaikutusta kentällä; ”semanttinen” päätellään käyttäytymisestä ja virherakenteesta; kehityksen vaikutus on avoin kysymys; tulos koskee kiinteää lajityypillistä ääntelyvalikoimaa, ei joustavaa kompositionaalista kieltä.

Kuinka paljon yleislukijan kannattaa luottaa tulokseen? Vahvasti siihen, että seeprapeipot osaavat tässä tehtävässä luokitella ja erottaa kutsuäänityyppejään. Melko vahvasti siihen, että niiden virheet heijastavat funktionaalisia luokkia eivätkä vain akustista samankaltaisuutta. Heikosti siihen, että tämä olisi näyttöä lintujen kielestä ihmisen tarkoittamassa mielessä. Sopiva tulkinta: vahva eläinkognition tulos merkityksellisistä ääntelyluokista, ei tohtori Dolittle -hetki.

Lähteet

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>