



The CLEAN PAPER

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

פרושי זברה מתייחסים לקריאות כקטגוריות בעלות משמעות — אבל זה לא אותו דבר כמו שפה

מחקר ב-*Science* בדק אם פרושי זברה רק שומעים קריאות שונות או שהם מארגנים את הרפרטואר הקולי שלהם לקטגוריות בעלות משמעות התנהגותית. במשימות הבחנה במעבדה הציפורים למדו את כל 11 סוגי הקריאות, הכלילו קטגוריות לדוברים חדשים, וטעו באופן שיטתי בין קריאות המשמשות בהקשרים דומים בתדירות גבוהה יותר מכפי שדמיון אקוסטי לבדו מנבא. זו ראייה חזקה לתפיסה קטגוריאלית ולסוג אופרטיבי של משמעות. זו אינה ראייה לכך שלפרושים יש שפה דמוית-אדם, תחביר, מילים פתוחות או ערוץ שיחה עם בני אדם.

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

המילה "משמעות" עושה כאן עבודה זהירה

פרושי זברה אינם זקוקים לרשותנו כדי לנהל חיים חברתיים. הם קוראים כשהם רעבים, מופרדים, מחזרים, נבהלים, שומרים קשר עם בן זוג או נמצאים בעימות. אתולוגים יכולים למיין את הצלילים האלה ל-סוגי קריאה (call-types): קטגוריות מעשיות כמו קריאות אזעקה, קריאות קשר או קריאות תחנון, המוגדרות לפי צורת הצליל ולפי מה שהציפור עושה כשהיא מפיקה אותו. השאלה הקשה יותר היא האם הציפורים עצמן ממיינות את הקריאות כך.

מאמר ב-Science טוען טענה צרה אך חשובה: פרושי זברה בוגרים יכולים לסווג את סוגי הקריאות ברפרטואר הקולי שלהם, והטעויות שלהם מרמזות שקריאות הקשורות מבחינה התנהגותית קרובות יותר זו לזו במרחב התפיסתי של הציפורים מכפי שהאקוסטיקה לבדה הייתה מנבאת.

כאן נכנסת למאמר המילה סמנטי. אין פירוש הדבר שלציפורים יש מילים במובן האנושי. אין פירוש הדבר תחביר, שיחה או מילון שמסתתר במוח של פרוש. כאן "משמעות" היא אופרטיבית: אם שתי קריאות משמשות בהקשרים חברתיים דומים, והציפורים מבלבלות ביניהן בתדירות גבוהה יותר מכפי שאפשר להסביר באמצעות הצליל בלבד, נראה שהקטגוריה ההתנהגותית מעצבת את התפיסה.

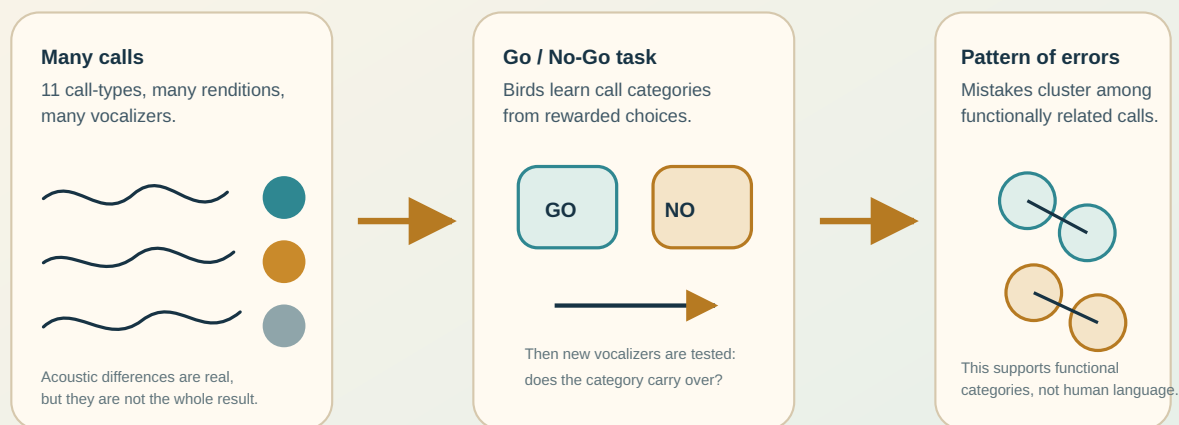
הניסוח המדויק אינה "לציפורים יש שפה". היא: נראה שפרושי זברה מתייחסים לקריאות שלהם כאל קטגוריות תפקודיות, וחלק מהקטגוריות האלה מתנהגות כאילו הן נושאות משמעות במובן המוגבל והניתן לבדיקה של הניסוי.



פרושי זברה (*Taeniopygia guttata*) הם ציפורי שיר חברתיות מאוד בעלות רפרטואר עשיר של קריאות, ולכן הם מודל שימושי לחקר האופן שבו בעלי חיים מסווגים אותות קוליים.

Meaning here is operational

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



טיוטת שקופית שרשרת-ראיות לבדיקה: ביצועים רבים של 11 סוגי הקריאות נכנסים למשימת הבחנה Go/No-Go התוצאה המרכזית היא שהציפורים מכלילות קטגוריות לדוברים חדשים ושטעויותיהן מתקבצות לפי תפקוד הקריאה, לא רק לפי דמיון אקוסטי.

The Clean Paper CC BY 4.0

מה בדקו המחקרים

המחקרים התחילו ממפה אתולוגית קיימת של רפרטואר פרוש הזברה. למין יש בערך 11 סוגי קריאות המבוססים על ethogram: קריאות הקשורות לקשר, זוגיות והתנהגות בקן, אזעקה, תוקפנות או התנהגות לא-חברתית, תחנן ושירת זכרים.

הסיווג הזה נוצר בידי בני אדם. הוא משלב תכונות אקוסטיות, את ההקשר שבו הצליל מופק ואת מה שהוא נוטה לעשות בחיים החברתיים. אבל ethogram אנושי אינו בהכרח המפה המנטלית של בעל החיים. המחקר שואל שלוש שאלות מקושרות.

ראשית, האם פרושי זברה יכולים להבחין בין כל סוגי הקריאות האלה?

שנית, האם הם מכלילים קטגוריית call-type גם לדוברים שלא שמעו קודם, במקום רק לשנן דוגמאות בודדות?

שלישית, כשהם טועים, האם הטעויות נובעות רק מדמיון אקוסטי, או גם מן המשמעות ההתנהגותית של הקריאות?

הנקודה החשובה היא שהניסוי אינו מבקש מן הציפור להסביר מה משמעותה של קריאה. הוא שואל אם ההתנהגות שלה במשימה מבוקרת נושאת את החותם הסטטיסטי של קטגוריות ושל משמעות.

איך הניסוי עובד

שלושה מונחים נושאים משקל רב במאמר הזה.

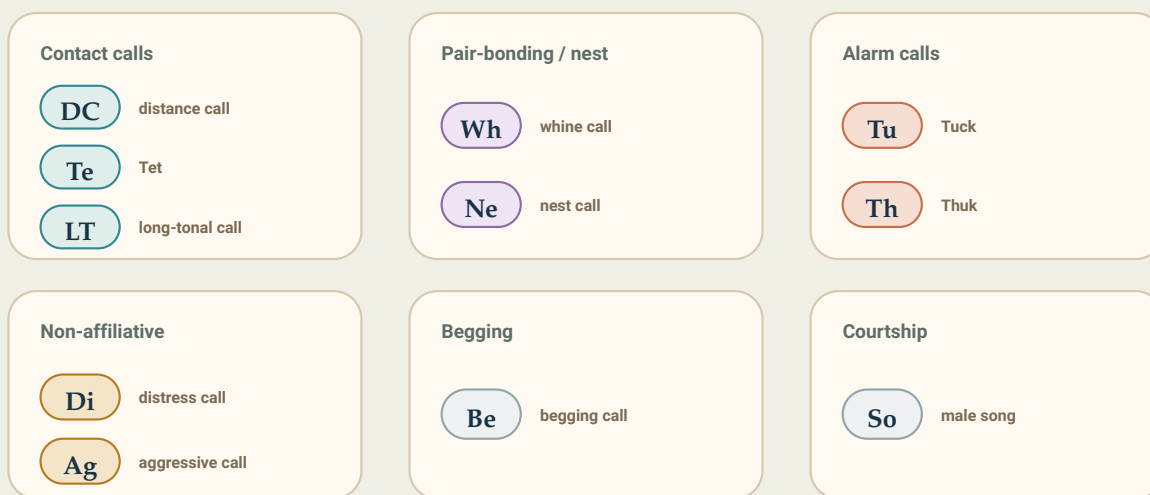
Call-type הוא קטגוריה של צליל של פרוש זברה. המאמר משתמש בסוגי קריאות המבוססים על ethogram, כלומר קטגוריות שמקורן בקטלוג התנהגותי: איך הצליל נראה מבחינה אקוסטית, מתי הציפורים מפיקות אותו ולאילו סיטואציה חברתית הוא שייך. Vocalizer הוא פשוט הפרט שהפיק את הקריאה המוקלטת. צורה אקוסטית היא תבנית הצליל הניתנת למדידה; תפקוד התנהגותי הוא מה שהקריאה משמשת לו בדרך כלל.

11 סוגי הקריאות שנבדקו במאמר אינם תוויות מופשטות. זה הרפרטואר שהמחברים ביקשו מהציפורים להבחין בו:

- קריאות קשר: call long-tonal (Te), Tet (DC), call distance (LT).
- זוגיות והתנהגות בקן: call nest (Wh), call whine (Ne).
- קריאות אזעקה: Thuk (Tu), Tuck (Th).
- קריאות לא-חברתיות: call aggressive (Di), call distress (Ag).
- תחנון: call begging (Be).
- חיזור: song male (So).

The 11 call-types are concrete categories

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



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

11 סוגי הקריאות שנבדקו במאמר, מקובצים לפי תפקוד חברתי רחב. התוויות הן קטגוריות מבוססות-ethogram מן המאמר המקורי: הן אינן "מילים", אבל הן מציגות לקורא את הרפרטואר הקונקרטי שהציפורים נדרשו להבחין בו.

The Clean Paper CC BY 4.0

המשימה המרכזית הייתה הבחנה שמיעתית Go/No-Go. ציפור ניקרה במקש מואר כדי להתחיל השמעה של שש שניות. בקריאה מתוגמלת, הפעולה הנכונה הייתה להמתין: לאחר שהצליל הסתיים, מגש המזון עלה והציפור קיבלה זרעים. בקריאה שאינה מתוגמלת, ההמתנה לא נתנה דבר; הפעולה היעילה הייתה לנקר שוב במהלך ההשמעה,

לקטוע את הצליל ולהתחיל ניסיון חדש. לכן ההפרעות של הציפור חושפות אילו צלילים היא מתייחסת אליהם כ"לא הקטגוריה המתוגמלת".

בכל מבחן סוג קריאה אחד תוגמל ועשרת האחרים לא. לאחר מכן המחברים החליפו את סוג הקריאה המתוגמל ועברו על כל הרפרטואר. הם השתמשו גם בביצועים רבים מדוברים רבים, עם מעט חזרות מדויקות. זה חשוב: הציפור לא יכולה פשוט לשנן הקלטה אחת. כדי להצליח, היא הייתה צריכה ללמוד מה נחשב לסוג הקריאה על פני קולות של ציפורים שונות ודוגמאות שונות.

"המרחב התפיסתי" המאוחר יותר אינו סריקת מוח או מפה מילולית בתוך בעל החיים. זו מפה שמוסקת מטעויות. אם שני סוגי קריאות מתבלבלים לעיתים קרובות, הם ממוקמים קרוב יותר במפה ההתנהגותית הזאת. המחברים משווים אותה למפה אקוסטית שנבנתה מתכונות הצליל בלבד. הטענה נעשית מעניינת רק אם מפת הטעויות של הציפורים נמשכת לכיוון תפקוד הקריאה, לא רק לכיוון של צליל דומה.

מה הם מצאו

הציפורים יכלו להבחין בכל הרפרטואר. שנים-עשר פרושי זברה בוגרים, שישה זכרים ושש נקבות, נבדקו על פני 11 סוגי הקריאות. כמעט כל המבחנים הצליחו: 127 מתוך 131 מבחני הבחנה בין call-types היו מובהקים. הכישלונות המעטים היו בציפורים מסוימות ובסוגי קריאה מסוימים; התבנית הכללית הייתה שכל סוג קריאה הובחן מעל רמת המקריות.

זה חשוב משום שהרפרטואר אינו סט נקי של צפצופים מבודדים. כמה סוגי קריאות מתקבצים אקוסטית, בעוד שאחרים עוברים זה לזה בהדרגה. הציפורים עדיין למדו את הקטגוריות.

הן הכלילו קטגוריות לדוברים חדשים. בניסוי שני, הציפורים למדו להבחין בין שני סוגי קריאות ממספר קטן של דוברים. למחרת נוספו דוברים חדשים עם אותו כלל תגמול. הציפורים סיווגו נכון את הקריאות החדשות מוקדם במבחן, לפני שיכלו ללמוד כל דוגמה חדשה ממשום התגמול. זה תומך בתפיסה קטגוריאלית של סוג הקריאה, לא רק בשינון צלילים בודדים.

הקטגוריה יכלה לגבור על כלל תגמול חדש. הטריק ההתנהגותי החזק ביותר הופיע כשהמחברים הפכו את המשימה לבלתי-תואמת. קריאות מדוברים חדשים קיבלו כלל תגמול הפוך מזה שהציפורים למדו עבור אותו call-type. אילו הציפורים פשוט עקבו אחרי הדוגמאות האקוסטיות החדשות, הן היו צריכות להסתגל מיד. במקום זאת, התגובות המוקדמות עקבו אחר קטגוריית ה-call-type שנלמדה קודם ויצרו החלטות תגמול שגויות באופן שיטתי. במהלך היום הציפורים למדו בהדרגה את הכלל השרירותי החדש. זה בדיוק מה שמצפים לראות אם הקטגוריה הטבעית של סוג הקריאה אמיתית מספיק כדי להפריע.

הטעויות לא היו רק אקוסטיות. המחברים השוו מרחב אקוסטי, שנבנה מבלבולים של מסווג בין צלילי הקריאות, למרחב תפיסתי שנבנה מן הטעויות ההתנהגותיות של הציפורים. שני המרחבים היו קשורים: הצליל עדיין חשוב. אבל סוגי קריאות השייכים לאותה hyper-category התנהגותית או סמנטית היו קרובים יותר במרחב התפיסתי של הציפורים מאשר במרחב האקוסטי. המאמר קורא לכך effect magnet semantic.

במספרים, הקיבוץ לפי hyper-category סמנטית היה חזק בערך פי 2.43 במפה התפיסיתית מאשר במפה האקוסטית. במילים פשוטות: הטעויות של הציפורים נמשכו לעבר המשמעות התפקודית, לא רק לעבר צליל דומה.

מה פירוש "סמנטי" כאן

זה החלק שדורש את הזהירות הרבה ביותר. בשפה יומיומית, "סמנטי" הופך מהר מאוד ל"מילים". זה לא מה שהמאמר מוכיח.

המחקר משתמש ב"סמנטי" במובן התנהגותי של קוגניציה השוואתית. ל-call-type יש משמעות משוערת משום שהוא קשור לתפקוד חברתי: אזעקה, קשר, תחנון, תוקפנות, זוגיות, חיזור. אם ציפורים מבלבלות בין שני סוגי קריאות מאותה קטגוריה חברתית רחבה לעיתים קרובות יותר מכפי שהאקוסטיקה מנבאת, אז המרחב התפיסתי שלהן מעוצב בידי הקטגוריה התפקודית הזאת.

זו תוצאה רצינית. היא מרמזת שהציפור אינה פשוט "שומעת ספקטרוגרמה". היא מתייחסת לקריאות האופייניות למין כאל קטגוריות המאורגנות לפי התנהגות.

אבל זו עדיין הסקה עקיפה. המחברים אינם יכולים לקרוא את מחשבת החיה, והם אומרים זאת. הם מסיקים על ייצוג פנימי מתוך התנהגות: הבחנה, הכללה וטעויות שיטתיות.

אנלוגיה שימושית אינה "מילים של פרושים". קרוב יותר לומר כך: נראה שמערכת השמיעה של הציפור מעוותת את המרחק בין קריאות בהתאם למה שהקריאות משמשות לו.

מה זה לא מוכיח

- הוא לא מראה שפה דמוית-אדם. אין כאן תחביר, דקדוק, משמעות קומפוזיציונית או אוצר מילים פתוח.
- הוא לא מראה שלפרושי זברה יש "מילים". סוגי הקריאה הם קטגוריות קוליות ייחודיות למין הקשורות להקשרים התנהגותיים, לא תוויות סמליות שאפשר לשלב בחופשיות.
- הוא לא מראה שיחה עם בני אדם, או ערוץ מפוענח שמאפשר לדבר עם ציפורים.
- הוא לא ניגש ישירות למצבים מנטליים. משמעות מוסקת מהתנהגות במשימה וממבנה הטעויות, לא נצפית בתוך מוח הציפור.
- הוא לא מראה שהציפורים הבינו משמעויות חדשות. ההכללה לדוברים חדשים היא הכללה של קטגוריית call-type על פני צלילים של פרטים שונים.
- הוא לא קובע כיצד הקטגוריות האלה מתפתחות. המחקר בדק ציפורים בוגרות; האופן שבו חשיפה והתפתחות מעצבות את effect magnet semantic נשאר לעבודה עתידית.

עד כמה הראיות חזקות?

לגבי תפיסה קטגוריאלית של סוגי קריאות, הראיות חזקות. התכנון מבקש מהציפורים להבחין בכל הרפרטואר, משתמש בביצועים רבים מדוברים רבים וכולל מבחן הכללה שבו דוברים חדשים מסווגים לפי סוג הקריאה. תנאי התגמול הבלתי-תואם שימושי במיוחד משום שהוא מראה שהקטגוריה יכולה להפריע לכלל שרירותי חדש.

לגבי סוג אופרטיבי של תפיסה סמנטית, הראיות טובות אך הסקתיות יותר. effect magnet semantic אינו רק מטפורה: המחברים משווים מפות מרחק אקוסטיות והתנהגותיות ומוצאים שסוגי קריאות הקשורים מבחינה התנהגותית מתקבצים חזק יותר בתפיסה מאשר באקוסטיקה. זה תומך ברעיון שתפקוד הקריאה מעצב תפיסה.

לגבי משמעות דמוית-אדם, הראיות אינן שם — ואין צורך שיהיו. המאמר מעניין יותר אם מאפשרים לו להישאר ספציפי. תקשורת של בעלי חיים אינה נעשית בעלת ערך רק כשהיא דומה לדיבור אנושי.

למה זה חשוב

הפיתוי הציבורי ברור. אם ציפור שומעת קריאה כבעלת משמעות, הכותרת הבאה רוצה לומר שאנחנו מפענחים שפה של בעלי חיים. הקפיצה הזאת מדלגת על החלק הקשה של המדע.

התוצאה הזהירה טובה יותר. היא מראה איך חוקרים יכולים לבדוק "משמעות" בלי להעמיד פנים שהם מתרגמים את תודעת החיה. הם יכולים לשאול אם בעלי החיים מסכימים עם הקטגוריות של אתולוגים אנושיים. הם יכולים לבדוק אם דוגמאות חדשות ממוינות לפי קטגוריה. הם יכולים לשאול אם הטעויות עוקבות אחרי דמיון אקוסטי או אחרי תפקוד חברתי. זו דרך להפוך שאלה ישנה — האם קריאות בעלי חיים משמעותיות גם לבעלי החיים עצמם? — לחדה יותר מבחינה ניסויית.

המחקר גם מרחיק את הדיון מסולם שקרי שבו לבני אדם יש שפה ולכל השאר יש רעש. לפרושי זברה יש רפרטואר קולי קטן וייחודי למין. בתוך הרפרטואר הזה, המחקר מציע שהציפורים תופסות קטגוריות מובנות הקשורות לשימוש חברתי. זו לא השפה שלנו. זו מערכת התקשורת שלהן, שנבדקת בתנאים שלה.

בקצרה

מחקר ב-Science בדק פרושי זברה בוגרים על 11 סוגי הקריאות ברפרטואר הקולי שלהם. במשימות שמיעתיות מסוג Go/No-Go, הציפורים הבחינו בכל סוגי הקריאות, הכלילו קטגוריות שנלמדו לקריאות של דוברים חדשים, ובתנאי בלתי-תואם עקבו בתחילה אחר קטגוריות ה-call-type גם כאשר הדבר הוביל להחלטות תגמול שגויות. לאחר מכן המחקרים השוו דמיון אקוסטי לטעויות התנהגותיות ומצאו שסוגי קריאות המשמשים בהקשרים חברתיים דומים התקבצו חזק יותר במרחב התפיסתי של הציפורים מאשר במרחב האקוסטי. זה תומך בתפיסה קטגוריאלית ובצורה אופרטיבית של תפיסה סמנטית: נראה שהציפורים מארגנות את הקריאות שלהן לפי קטגוריות תפקודיות, לא לפי צליל בלבד. זה אינו מראה שפה דמוית-אדם, תחביר, מילים, גישה ישירה למצבים מנטליים או שיחה עם ציפורים.

בדיקה מפוכחת

מה המאמר מראה: פרושי זברה בוגרים יכולים להבחין בין 11 סוגי הקריאות המבוססים על ethogram ברפרטואר שלהם; הם מכלילים קטגוריות call-type לדוברים חדשים; והטעויות השיטתיות שלהם מעוצבות בידי קטגוריות התנהגותיות או סמנטיות מעבר לדמיון אקוסטי בלבד.

מה סביר אך לא הוכח: שלפרושי זברה יש ייצוגים פנימיים של משמעות הקריאות; שמפות עצביות דומות עומדות מאחורי effect magnet semantic ההתנהגותי; שהתפתחות וחשיפה מעצבות את הקטגוריות האלה בדרכים הדומות לקטגוריות תפיסיות נלמדות אחרות.

מה הוא לא מראה: שפה דמוית-אדם; דקדוק; מילים פתוחות; ייחוס סמלי במובן האנושי; ראייה ישירה למצבים נפשיים סובייקטיביים; דרך שבה בני אדם יכולים לדבר עם פרושי זברה.

המגבלות העיקריות: העבודה משתמשת במשימות אופרנטיות במעבדה עם 12 ציפורים בוגרות, לא באינטראקציות טבעיות בשטח; "סמנטי" מוסק מהתנהגות וממבנה הטעויות; ההתפתחות נשארת שאלה פתוחה; התוצאה נוגעת לפרטואר קבוע וייחודי למין, לא לשפה גמישה וקומפוזיציונית.

כמה ביטחון צריך להיות לקורא כללי? גבוה בכך שפרושי זברה יכולים לסווג ולהבחין בין סוגי הקריאות שלהם במשימה הזאת. טוב בכך שהטעויות שלהם משקפות קטגוריות תפקודיות, לא רק דמיון אקוסטי. נמוך בכך שזו עדות לשפת ציפורים במובן האנושי. הגישה המתאימה: תוצאה חזקה בקוגניציה של בעלי חיים על קטגוריות קוליות בעלות משמעות — לא רגע דוליטל.

מקורות

Science 389, 1210-1215 (2025)

<https://doi.org/10.1126/science.ads8482>

PMC12721838 PMCID — PMC in manuscript Author

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/>

Zenodo — code analysis and data Behavioral

<https://zenodo.org/records/13623969>

Figshare — database acoustical finch Zebra

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1>