

L'argomento della lezione

Oggi parliamo delle

- *capacità numeriche spontanee* negli animali, cioè delle capacità numeriche che gli animali hanno quando vivono liberi e non sono stati sottoposti ad alcun addestramento da parte degli esseri umani.

I hear the drums echoing tonight...

Queste sono le pianure del Serengeti, in Tanzania (Africa orientale):



Un abitante

E questo è uno degli abitanti delle pianure:



Lo stereo nel Serengeti

Alcuni ricercatori (McComb, Packer e Pusey 1994) hanno nascosto degli altoparlanti nel Serengeti per osservare il comportamento dei leoni.

Per esempio, gli altoparlanti emettevano dei ruggiti di diversi leoni, da uno a cinque.

I ricercatori hanno scoperto che, se una leonessa sente tre ruggiti di leoni sconosciuti ed è da sola, se ne va; mentre, se è con quattro delle sue sorelle, va a esplorare in direzione dei ruggiti.

Questo suggerisce che i leoni sono in qualche misura in grado di discriminare tra numeri diversi (come in fondo ci aspetteremmo, dal momento che questa capacità ha degli ovvi vantaggi per la sopravvivenza).

Qualche domanda

Se è vero che i leoni sono in grado di fare delle distinzioni numeriche, che tipo di distinzioni fanno?

- Distinguono tra uno, due, tre, quattro, ecc.?
- Oppure fanno solo una distinzione tra uno e più di uno?
- Oppure fanno solo una distinzione tra uno, pochi e molti?

Queste sono alcune tra le domande che si pongono, se cerchiamo di comprendere le capacità numeriche degli animali.

L'isola di Cayo Santiago

Ok, muoviamoci da un'altra parte.

Questa è l'isola di Cayo Santiago, vicino a Portorico, nel Mar dei Caraibi.



Gli abitanti

Nell'isola di Cayo Santiago non vivono esseri umani, ma circa un migliaio di scimmie rhesus (macachi) in libertà, come questa:



Esperimenti numerici con i rhesus

Hauser et al. (2000) descrivono alcuni esperimenti che hanno condotto nell'isola di Cayo Santiago per verificare le capacità numeriche dei macachi rhesus.

In prima battuta, ogni macaco è stato sottoposto agli esperimenti una volta solo in modo da evitare effetti di addestramento. (L'anno successivo alcuni macachi sono stati di nuovo sottoposti agli stessi esperimenti senza dare risultati significativamente diversi).

In tutto, sono stati coinvolti circa 200 macachi.

Vediamo in cosa consistono questi esperimenti.

La situazione sperimentale

Due ricercatori a distanza di 2 metri tra loro e a circa 10-15 metri dal macaco mostravano ciascuno una scatola di colore diverso al macaco, facendogli capire che era vuota.

Poi, uno dei due ricercatori metteva, uno dopo l'altro, degli oggetti nella scatola. Quindi, l'altro ricercatore faceva lo stesso.

Infine, i ricercatori se ne andavano in modo che il macaco potesse avvicinarsi e scegliere una delle due scatole.

Sassi e fette di mela

Cosa mettevano esattamente nelle scatole i ricercatori? Mettevano

- A:** 1 sasso in una scatola e 1 fetta di mela nell'altra; oppure
- B:** 1 fetta di mela in una scatola e 2 fette di mela nell'altra;
- C:** 2 fette di mela in una scatola e 3 fette di mela nell'altra;
- D:** 3 fette di mela in una scatola e 4 fette di mela nell'altra;
- E:** 4 fette di mela in una scatola e 5 fette di mela nell'altra;
- F:** 5 fette di mela in una scatola e 6 fette di mela nell'altra;
- G:** 3 fette di mela in una scatola e 5 fette di mela nell'altra;
- H:** 4 fette di mela in una scatola e 6 fette di mela nell'altra;
- I:** 4 fette di mela in una scatola e 8 fette di mela nell'altra;
- J:** 3 fette di mela in una scatola e 8 fette di mela nell'altra.

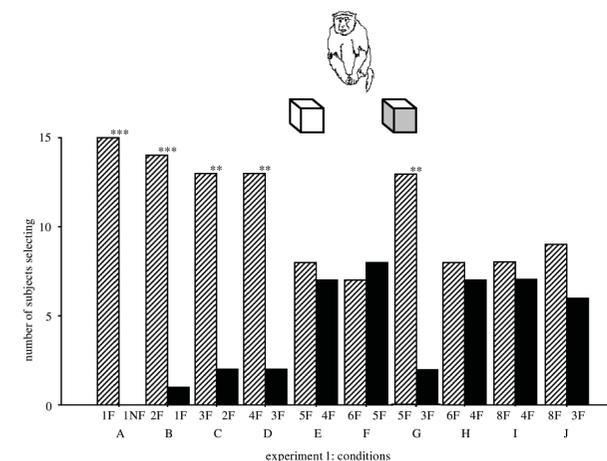
Risultati

Ognuna delle condizioni A-G è stata provata su 15 soggetti. I risultati ottenuti sono questi:

- nella condizione A (1 sasso vs. 1 fetta di mela), tutti i soggetti hanno scelto la fetta di mela;
- nelle condizioni B (1 fetta di mela vs. 2 fette di mela), C (2 fette di mela vs. 3 fette di mela), D (3 fette di mela vs. 4 fette di mela) e G (3 fette di mela vs. 5 fette di mela), quasi tutti i soggetti hanno scelto la scatola con il numero maggiore di fette di mela;
- in tutte le altre condizioni in cui uno o tutti e due i numeri di fette di mela erano maggiori di 4, non c'erano delle preferenze statisticamente significative per una o l'altra scatola.

Rappresentazione grafica dei risultati

Le barre a strisce rappresentano i soggetti che hanno scelto il numero più alto e le barre nere quelli che hanno scelto il numero più basso.



Discussione dei risultati

I dati indicano che i rhesus sono spontaneamente (cioè senza addestramento) in grado di distinguere uno da due, due da tre, tre da quattro e tre da cinque. Ma non sono in grado di distinguere quattro da cinque, quattro da sei, quattro da otto, e tre da otto.

Dunque, nel caso di insiemi che hanno fino a tre elementi i rhesus sono spontaneamente in grado di valutare correttamente il numero degli elementi. Poi hanno delle difficoltà: non distinguono insiemi di quattro elementi da insiemi più numerosi.

Se si ignora il risultato nella condizione J (che rimane inspiegato), sembrerebbe che i rhesus contino così: uno, due, tre, più di tre.

Un'obiezione

Mettere *due* cose una dopo l'altra in una scatola richiede meno tempo che mettere nella scatola *tre* cose una dopo l'altra.

Magari i rhesus che sono stati sottoposti all'esperimento non contavano affatto le fette di mela, ma misuravano, approssimativamente, il tempo che i ricercatori impiegavano a mettere le cose nelle scatole. Poi, sceglievano la scatola che il ricercatore impiegava più tempo a riempire.

Secondo questa ipotesi, le difficoltà incontrate nelle condizioni in cui non hanno scelto la scatola con più cibo sarebbero difficoltà che riguardano la loro capacità di confrontare durate oltre un certo limite.

Eliminare l'ipotesi della durata

Per eliminare l'ipotesi che i rhesus misurino il tempo che ci vuole a mettere le cose nelle scatole invece di contare le fette di mela, Hauser e il suo gruppo hanno fatto un esperimento ulteriore osservando come i rhesus si comportavano in queste condizioni:

K: 1 sasso e 1 fetta di mela in una scatola e 2 fette di mela nell'altra; oppure

L: 1 sasso e 2 fette di mela in una scatola e 3 fette di mela nell'altra;

M: 1 sasso e 3 fette di mela in una scatola e 4 fette di mela nell'altra;

Le predizioni

Nelle condizioni K, L, M, N, nelle due scatole viene sempre messo lo stesso numero di oggetti, il tempo che ci si mette è lo stesso.

Dunque, se i rhesus non stanno contando le fette di mela ma il tempo che i ricercatori impiegano a mettere gli oggetti nella scatola, dovrebbero scegliere a caso tra le due scatole. Invece, se stanno contando le fette di mela, dovrebbero scegliere la scatola con più fette di mela.

Controllo

Supponiamo che nelle condizioni K, L, M i rhesus scelgano la scatola con più fette di mela. Magari lo fanno non perché stanno contando le fette di mela ma solo perché evitano la scatola che contiene il sasso.

Possiamo escludere questa possibilità aggiungendo le condizioni N-O:

N: 1 sasso e 4 fette di mela in una scatola e 5 fette di mela nell'altra;

O: 1 sasso e 3 fette di mela in una scatola e 2 fette di mela nell'altra;

Se i rhesus contano le fette di mela, nella condizione N dovrebbero scegliere a caso (in quanto dalla condizione E del primo esperimento sappiamo che non sanno distinguere 4 fette di mela da 5 fette di mela). Invece se nella condizione N scelgono la scatola con 5 fette di mela, vuol dire che evitano la scatola col sasso.

Inoltre, se stanno semplicemente evitando la scatola con il sasso, dovrebbero scegliere la scatola con meno fette di mela nella condizione O.

Risultati

- Quasi tutti i rhesus hanno scelto la scatola che conteneva più fette di mela nelle condizioni K (1 sasso + 1 fetta di mela vs. 2 fette di mela), L (1 sasso + 2 fette di mela vs. 3 fette di mela), M (1 sasso + 3 fette di mela vs. 4 fette di mela).
- Nella condizione N (1 sasso + 4 fette di mela vs. 5 fette di mela) non si sono verificate preferenze statisticamente significative per una o l'altra scatola.
- Nella condizione O (1 sasso+3 fette di mela vs. 2 fette di mela), hanno scelto la scatola con 3 fette di mela.

Conclusione

I rhesus, quando scelgono, non misurano il tempo che i ricercatori impiegano a riempire le scatole (e non hanno una particolare avversione per i sassi).

Un'altra obiezione

Magari i rhesus non stanno affatto contando le fette di mela, ma misurano, approssimativamente, il *volume* di cibo che finisce in ogni scatola.

Secondo questa ipotesi, le difficoltà incontrate nelle condizioni in cui non hanno scelto la scatola con più cibo sarebbero difficoltà che riguardano la loro capacità di confrontare volumi oltre un certo limite.

Eliminare l'ipotesi del volume

Per eliminare la possibilità che i macachi scegliessero non perché contavano le fette di mela, ma perché valutavano approssimativamente il volume, Hauser e il suo gruppo hanno osservato come i macachi si comportavano in una situazione ulteriore:

P: mezza mela in una scatola e tre fette (equivalenti come volume a mezza mela) nell'altra.

Risultati

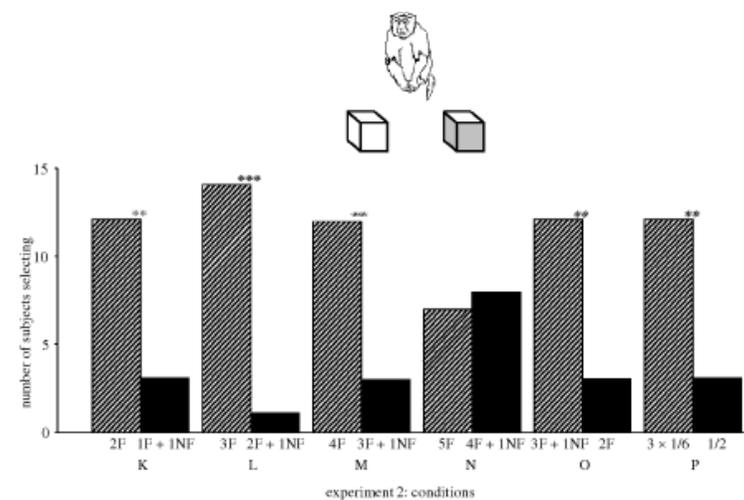
- Nella condizione P, i rhesus hanno scelto in grande maggioranza la scatola che conteneva più fette di mela.

Conclusione

Il risultato precedente indica che i rhesus non scelgono in base a una valutazione del volume, ma in base a una valutazione del numero delle fette di mela.

Rappresentazione grafica dei risultati

F sta per cibo ("food") e NF sta per sasso ("non food").



Capacità numeriche spontanee dei rhesus

Riassunto

In assenza di addestramento, le scimmie rhesus esibiscono delle capacità numeriche.

In particolare, sono in grado di distinguere insiemi con un elemento da insiemi con due elementi, insiemi con due elementi da insiemi con tre elementi, insiemi con tre elementi da insiemi con quattro e cinque elementi.

Non sono in grado di distinguere tra loro insiemi con più di tre elementi.

Un'ipotesi possibile è che contino così: uno, due, tre, più di tre.

(Questa ipotesi lascia però inspiegato perché falliscono nella condizione J.)

Osservazioni finali

Meccanismo sottostante

Questi dati suggeriscono che, in assenza di addestramento, i rhesus utilizzano un meccanismo di enumerazione simile a quello descritto da Trick e Pylyshyn per il *subitizing* negli esseri umani.

Questo meccanismo è per sua natura ristretto a insiemi con pochi elementi (si ricordi che solo 3-4 contrassegni sono disponibili per il *subitizing*). Per contare insiemi più numerosi, secondo Trick e Pylyshyn, è necessario fare uso di un meccanismo distinto che richiede di riassegnare i contrassegni e sommare i totali parziali.

Dunque, se supponiamo che i rhesus facciano spontaneamente uso del primo meccanismo ma non del secondo, dovremmo aspettarci che non distinguano numericamente tra insiemi con più di tre elementi, come di fatto accade.

Se invece contassero preverbalmente, nel senso di Gallistel e Gelman, dovremmo aspettarci che facciano distinzioni numeriche *imprecise* tra insiemi con più di tre elementi. Come abbiamo visto, i rhesus non sembrano esibire spontaneamente questa capacità.

Neonati

Le capacità di discriminazione numerica dei rhesus sono simili a quelle osservate per i neonati in condizioni sperimentali paragonabili (Hauser e Carey 1998; Wynn 1998; Uller et al. 1999).

Un fatto curioso

Un fatto curioso (notato da Hauser e dai suoi coautori) è che le distinzioni numeriche rappresentate spontaneamente nei rhesus corrispondono alle distinzioni numeriche che possono essere codificate nella sintassi delle lingue naturali.

Numeri nella grammatica

La sintassi dell'italiano, come quella di molte altre lingue, marca la distinzione tra uno (singolare) e più di uno (plurale):

- (1) a. gatto
b. gatt*i*

Altre lingue marcano la distinzione tra uno (singolare), più di uno (plurale), e due (duale). Per esempio, in Kharia, una lingua parlata nell'India orientale, c'è un suffisso per il plurale e uno per il duale:

- (2) a. biloi ("gatto")
b. biloiki ("gatt*i*")
c. biloikiyar ("due gatt*i*")

In altre lingue ancora, come l'Aneityum, una lingua dell'Oceania, la grammatica distingue tra uno (singolare), più di uno (plurale), due (duale) e tre (triale):

- (3) a. anak ("io")
b. akaja ("noi")
c. akajau ("noi due")
d. akatai ("noi tre")

L'ipotesi di Hauser et al.

Hauser e i suoi colleghi ipotizzano che le capacità linguistiche e le capacità numeriche degli esseri umani siano collegate: la predisposizione parlare e a contare avrebbero un'origine comune dal punto di vista evolutivo.

In particolare, questi autori suggeriscono che la sintassi del numero nelle lingue naturali sia basata sul meccanismo cognitivo che, in fase pre-attenzionale, assegna un piccolo numero di contrassegni a individui distinti.