A che punto siamo

Lo studio di Hauser et al. (2000) mostra che le scimmie rhesus sono in grado di distinguere tra loro insiemi che consistono di una fetta di mela da insiemi di due fette di mela, insiemi di due fette di mela da insiemi di tre fette di mela, insiemi di tre fette di mela da insiemi con più di tre fette di mela.

Quindi, lo studio ci dice qual è il numero massimo di elementi che i rhesus sanno distinguere spontaneamente tra loro.

I rhesus possiedono la categoria di numero?

Notate che lo studio tuttavia non mostra che i rhesus sono in grado di identificare la numerosità di un insieme indipendentemente dagli oggetti che costituiscono l'insieme.

Comprendere il principio di *indifferenza delle proprietà* è essenziale per possedere la categoria di numero: una coppia di fagiani e due giorni sono entrambi esempi del numero due.

Siamo sicuri che i rhesus abbiano compreso questo principio? Siamo sicuri che distinguano allo stesso modo la numerosità di piccoli insiemi di altri oggetti?

Mele e melanzane

La risposta è sì: per esempio, i rhesus riescono a distinguere tra loro non solo insiemi con numeri diversi di *fette di mela*, ma anche insiemi con numeri diversi di *melanzane*.

Operazioni aritmetiche

L'esperimento delle fette di mela pare anche indicare che i rhesus di Cayo Santiago, oltre ad essere in grado di distinguere tra loro insiemi di numerosità diverse, sono in grado di eseguire delle operazioni elementari di addizione.

Infatti, dal momento che le scatole non lasciano vedere quante fette di mela contengono, e le fette di mela vengono messe nelle scatole una alla volta, la capacità di scegliere la scatola con il numero maggiore di fette di mela pare presupporre la capacità di calcolare questo numero addizionando le fette di mela.

È corretta questa ipotesi?

Melanzane

Hauser et al. (1995) hanno condotto degli esperimenti sulle scimmie rhesus dell'isola di Cayo Santiago utilizzando una tecnica simile a quella di Wynn (1992) per verificare la capacità dei bambini di pochi mesi di eseguire semplici operazioni aritmetiche.

In questo caso, gli oggetti usati da Hauser e dal suo gruppo non erano più fette di mela (né topolini, come nel caso di Wynn), ma melanzane.

Primo esperimento

I macachi fanno le addizioni

Quando un rhesus adulto (maschio o femmina) si tratteneva casualmente nel luogo dell'esperimento, i ricercatori eseguivano alcune azioni.

(In questo caso, ogni rhesus è stato sottoposto all'esperimento una sola volta.)

Sequenze di controllo

Un tipo di sequenze di eventi a cui i rhesus assistevano non comportava che il rhesus eseguisse mentalmente alcuna operazione aritmetica.

Queste sequenze sono dette *sequenze di controllo* e vengono usate per escludere possibili ipotesi alternative.

Esempi

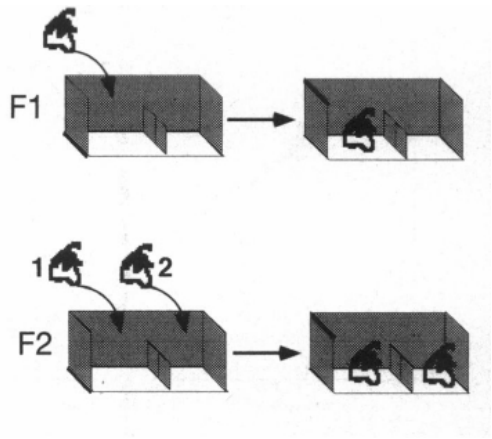
Ecco alcuni esempi di sequenze di controllo.

In un caso, il rhesus osservava un ricercatore mettere una melanzana in una scatola.

In un altro caso, il rhesus osservava un ricercatore mettere una melanzana in una scatola e poi mettere un'altra melanzana nella scatola.

La scatola era senza la parete anteriore e dunque lasciava vedere le melanzane.

Quindi, il soggetto non doveva eseguire alcuna operazione aritmetica, in quanto poteva vedere direttamente il risultato.

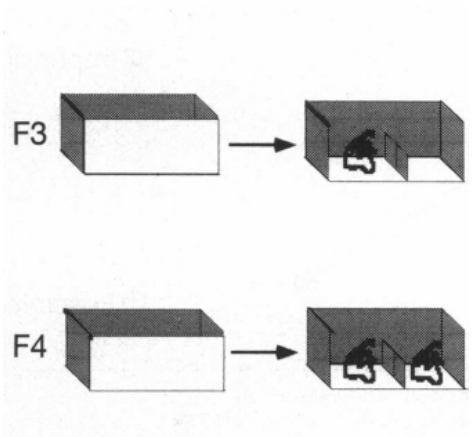


Un altro esempio

Oppure il ricercatore mostrava al rhesus una scatola che impediva di vedere cosa conteneva.

Poi, la parete anteriore della scatola veniva rimossa ed erano visibili una o due melanzane.

Di nuovo, il rhesus che osservava la scena non doveva compiere alcuna operazione aritmetica.



Sequenze per l'addizione

Un altro tipo di sequenze di eventi a cui i rhesus assistevano davano invece la possibilità di eseguire mentalmente una semplice operazione di addizione.

Due sequenze si concludevano mostrando dei risultati corretti.

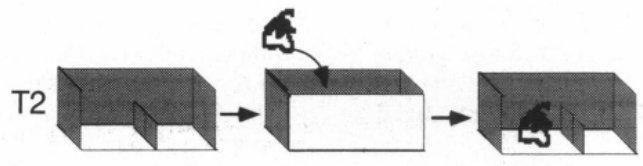
Una si concludeva invece mostrando un risultato impossibile.

Un esempio di risultato corretto

In un caso, il rhesus osservava un ricercatore mettere una melanzana in una scatola.

Una volta nella scatola, la melanzana non era più visibile al rhesus.

Poi, la parete anteriore della scatola veniva sollevata, e il rhesus poteva vedere la melanzana.



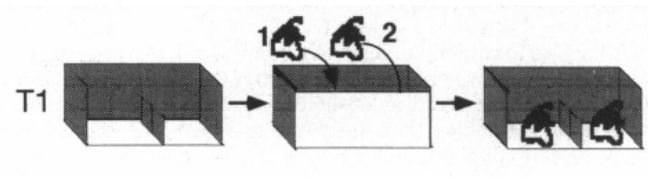
Un altro esempio di risultato corretto

In un altro caso, il rhesus osservava un ricercatore mettere una melanzana in una scatola e poi mettere un'altra melanzana nella scatola.

Una volta nella scatola, le melanzane non erano più visibili al rhesus (quindi, il rhesus non poteva vedere il *risultato* dell'operazione di *aggiungere* una melanzana all'altra).

Poi, la parete anteriore della scatola veniva sollevata, e il rhesus poteva vedere le due melanzane.

In questo caso, il rhesus si trovava di fronte ad un risultato corretto: 1+1=2.



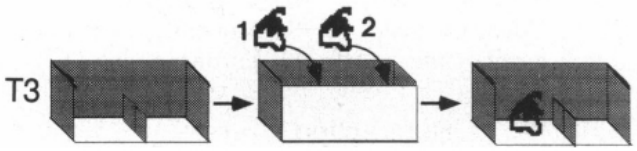
Un esempio di risultato impossibile

Infine, in un terzo caso, il rhesus osservava un ricercatore mettere una melanzana in una scatola e poi mettere un'altra melanzana nella scatola.

Una volta nella scatola, le melanzane non erano più visibili al rhesus (quindi, di nuovo, il rhesus non poteva vedere il *risultato* dell'operazione di *aggiungere* una melanzana all'altra).

Poi, la parete anteriore della scatola veniva sollevata, e il rhesus vedeva *una sola* melanzana (l'altra era stata nascosta).

In questo caso, il rhesus si trovava di fronte a un risultato impossibile: 1+1=1.



Il numero dei soggetti

Quarantotto rhesus hanno osservato una delle situazioni che non comportavano alcuna violazione delle leggi dell'aritmetica (F1, F2, F3, T1,T2).

Tredici rhesus hanno osservato la situazione che comportava un risultato impossibile (T3).

Il timing

La misurazione dei tempi di osservazione dei rhesus iniziava appena la scatola era in vista nelle condizioni F1-F2 (in queste condizioni la scatola lasciava vedere subito il proprio contenuto) e iniziava appena lo schermo veniva sollevato nelle condizioni F3-F4, T1-T3. La misurazione procedeva per un periodo di 10 secondi.

I rhesus che partecipavano all'esperimento venivano filmati da un operatore, e questo rendeva possibile una misurazione esatta del tempo per cui i rhesus stavano a guardare le scene rilevanti (contando i secondi oppure il numero dei fotogrammi durante i quali il rhesus stava a guardare).

Il comportamento dei rhesus

Statisticamente, il tempo medio in cui i rhesus si sono soffermati a guardare il risultato impossibile (T3) è stato significativamente più lungo del tempo medio in cui i rhesus si sono soffermati a guardare un risultato che non comportava violazioni delle leggi dell'aritmetica (sia T1 che T2).

(Più precisamente: i rhesus hanno guardato il risultato in T3, mediamente, per 4.83 secondi in più del risultato in T1 e 3.41 secondi in più del risultato in T2).

Conclusione

Questo dato suggerisce che i rhesus, come i bambini di pochi mesi, sono in grado di compiere delle operazioni elementari di addizione.

Secondo esperimento

Abituazione

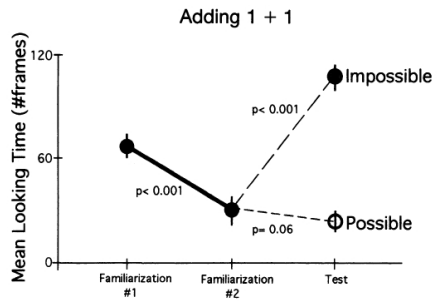
Una versione analoga dell'esperimento sull'addizione è stata condotta familiarizzando i soggetti in precedenza con le condizioni F1-F4: ogni rhesus veniva esposto a due delle condizioni in F1-F4 prima di essere esposto alle sequenze T1-T3 coi risultati corretti e il risultato impossibile.

Questa versione dell'esperimento ha confermato i risultati dell'esperimento precedente.

Il tempo di osservazione dei rhesus diminuiva quando la seconda delle condizioni di familiarizzazione veniva presentata, e non cambiava significativamente quando un risultato corretto veniva presentato.

Tuttavia, il tempo di osservazione dei rhesus aumentava significativamente quando veniva presentato il risultato impossibile.

Rappresentazione grafica dei risultati



L'asse verticale (ordinata) rappresenta il numero medio di fotogrammi in cui i rhesus si sono fermati a guardare. L'asse orizzontale (ascissa) rappresenta le condizioni di familiarizzazione e le condizioni che mostrano i risultati corretti e il risultato impossibile. (p è la probabilità del risultato osservato per il campione in esame, assumendo che il tempo medio di osservazione della popolazione dei rhesus rimanga costante (ipotesi nulla); per esempio, 0.001 è la probabilità, assumendo l'ipotesi nulla, che, per il campione di rhesus esaminato, i tempi medi di osservazione di F2 dopo l'esposizione a F1 diminuiscano come indicato nel grafico. Un risultato osservato per un campione è statisticamente significativo se p è minore di 0.05.)

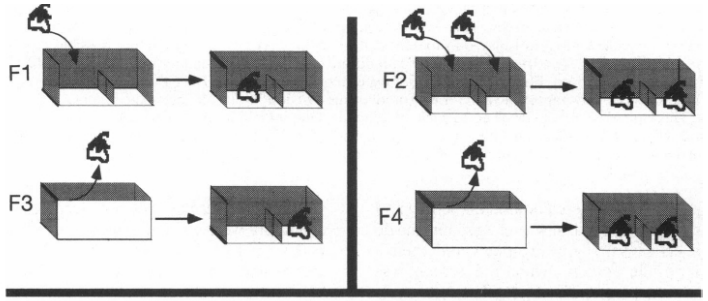
Terzo esperimento

I macachi fanno le sottrazioni

A questo punto, Hauser e il suo gruppo hanno fatto un esperimento ulteriore per controllare se i rhesus erano in grado di eseguire delle operazioni elementari di sottrazione.

Abituazione

In primo luogo, ogni soggetto è stato familiarizzato esponendolo a queste sequenze: prima è stato esposto a F1 o F2 e poi a F3 o a F4.



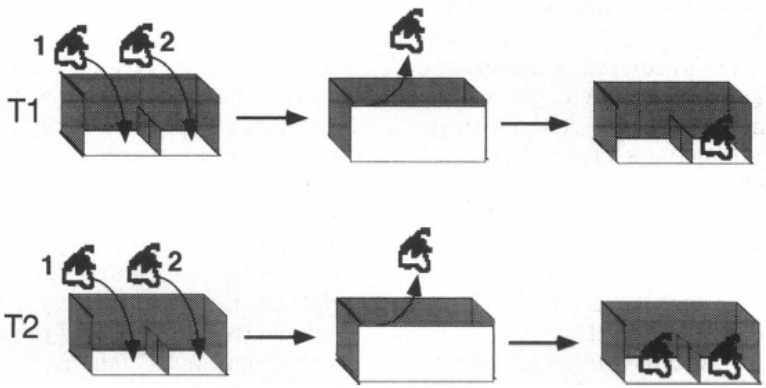
Queste sequenze non richiedono al soggetto di eseguire mentalmente alcuna operazione aritmetica, in quanto in F1-F2 le melanzane sono sempre visibili e in F3-F4 il soggetto non sa quello che c'era inizialmente dentro alla scatola.

Sequenze per la sottrazione

A questo punto, 11 rhesus sono stati esposti alla sequenza che mostra un risultato corretto e 9 alla sequenza che mostra un risultato impossibile.

In un caso (T1), il rhesus vede prima due melanzane in una scatola, poi, mentre le melanzane sono nascoste da uno schermo, vede il ricercatore estrarre una delle due. Infine, lo schermo si abbassa e mostra che solo una melanzana è rimasta (risultato corretto).

Nell'altro caso (T2), il rhesus vede prima due melanzane in una scatola, poi, mentre le melanzane sono nascoste da uno schermo, vede il ricercatore estrarne una. Infine, lo schermo si abbassa e mostra che sono rimaste due melanzane (risultato impossibile).



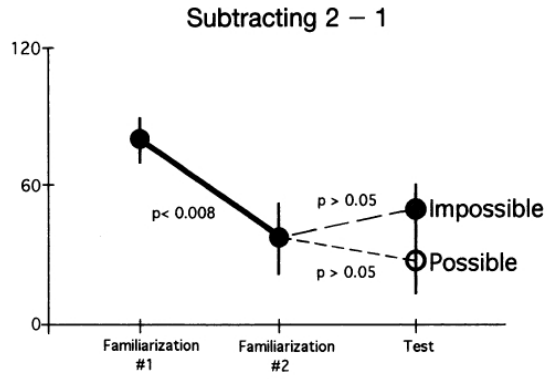
Il comportamento dei rhesus

Nel caso della sottrazione, la differenze tra i tempi di osservazione del risultato corretto e i tempi di osservazione del risultato impossibile sono variati molto di più da individuo a individuo.

Di conseguenza, la differenza nei tempi medi di osservazione dei due risultati è meno grande che nel caso dell'addizione.

Tuttavia, la differenza è chiaramente presente: 7 rhesus su 8 hanno guardato il risultato impossibile più a lungo del risultato corretto.

Rappresentazione grafica



L'asse verticale rappresenta il numero medio di fotogrammi in cui i rhesus si sono fermati a guardare.

L'asse orizzontale rappresenta le condizioni di familiarizzazione e le condizioni che mostrano il risultato corretto e il risultato impossibile (p è la probabilità che l'incremento o diminuzione dei tempi di osservazione accada per caso.)

Conclusioni

I rhesus, come i bambini di pochi mesi, sono in grado di eseguire alcune operazioni aritmetiche elementari (addizione e sottrazione) senza alcun addestramento.