

21. Cognizione numerica

Capitolo XVII: Cognizione numerica

Giroto - Zorzi

Numeri nella nostra cultura



- La capacità di utilizzare i numeri è una abilità fondamentale che ci permette di interagire con il mondo molto più di quanto non crediamo (fare la spesa, comporre un numero al telefono, leggere l'ora, ecc..).
- Lo studio delle abilità sottostanti alle competenze numeriche ed aritmetiche è più recente, rispetto a quello di altri domini cognitivi

Sistemi numerici

- Esistono due sistemi principali di espressione numerica:
 - Parole: 'tre', 'ventitré', ...
 - Numeri arabi: 3, 23, ...
- In entrambi i sistemi, gli elementi possono essere combinati attraverso regole sintattiche per denotare numeri di grandezza arbitraria

Significati dei numeri

- Numerosità:
 - Il numero di elementi di un insieme: 5 mele sono più di 4 mele
- Posizione seriale:
 - Ordine di un elemento in una sequenza: Il 4 viene prima del 5
- Etichetta linguistica:
 - 5 indica un canale televisivo; oppure 049853429 un numero di telefono

Codifica arbitraria

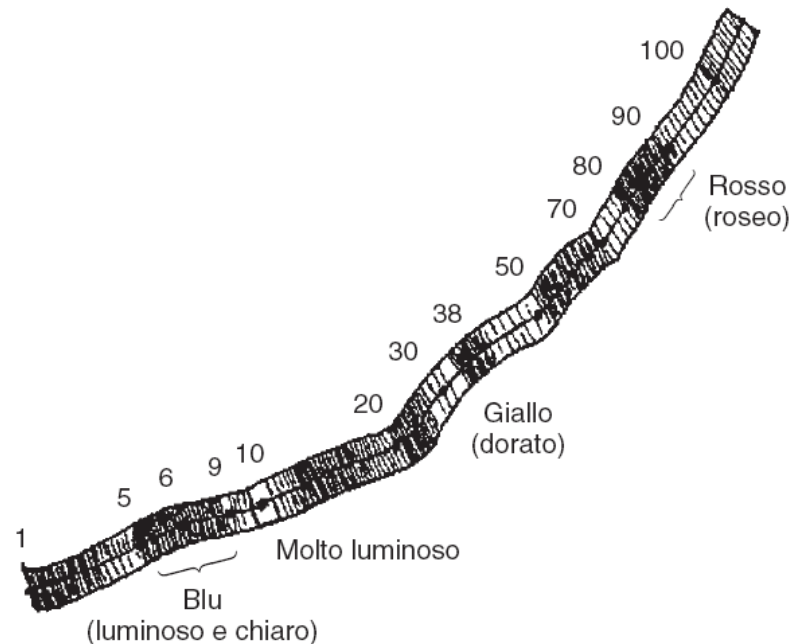
- Non c'è relazione tra la forma del numero e il suo significato
 - Niente nella parola 'cinque' o nel simbolo '5', suggerisce o fa riferimento al suo significato (sia di numerosità, seriale o di etichetta)

La rappresentazione dei numeri

- Sebbene possa sembrare strano, una serie di studi indicano come i numeri siano rappresentati secondo un **formato analogico e visuo-spaziale**.
- **Galton (1880)**, fu tra i primi ad interessarsi della rappresentazione dei numeri, e chiese a dei soggetti normali di **descrivere come pensavano ai numeri**. Molti riferirono di rappresentarsi i numeri su una linea lungo la quale i numeri erano rappresentati in modo continuo ed analogico.

La rappresentazione dei numeri

- In particolare, tale rappresentazione era secondo molti associata a immagini visuo-spaziali anche associate a colori. Questa rappresentazione prende il nome di **Linea Numerica Mentale (LNM)** e come vedremo non è solo una metafora, ma ha una chiara realtà psicologica, come dimostrato da evidenze psicofisiche e neuropsicologiche, oltre che dai dati introspettivi.



Indice

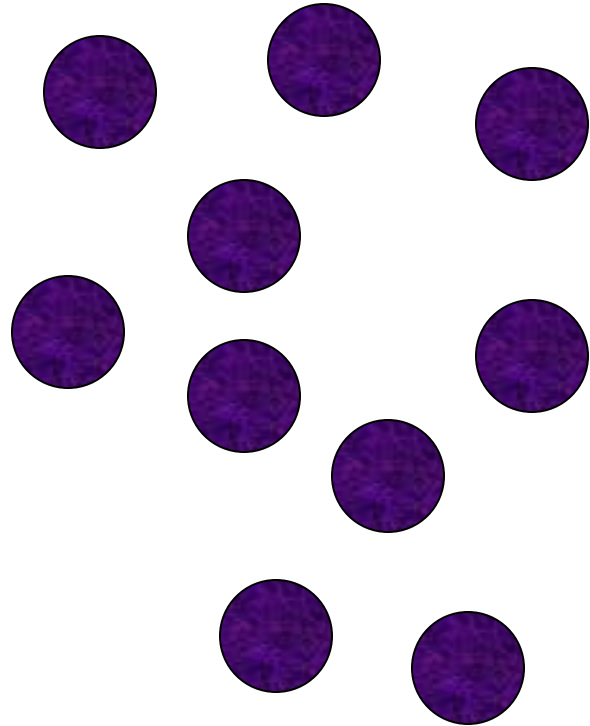
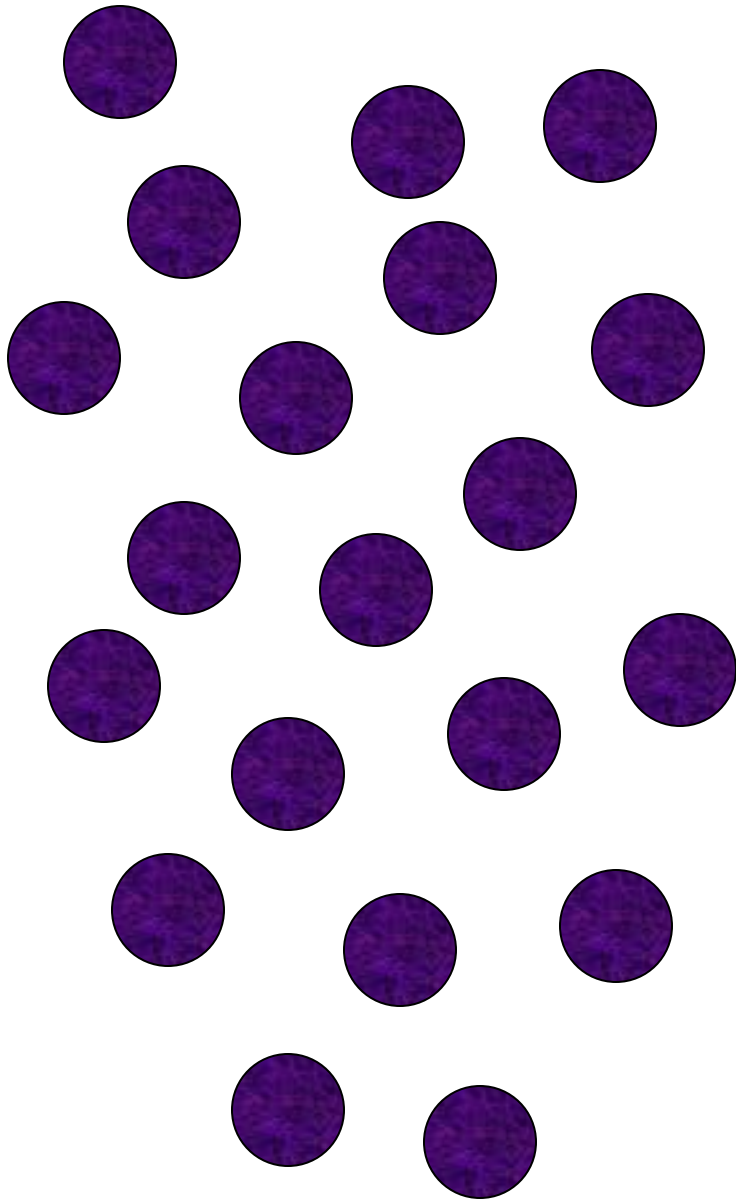
- Il senso dei numeri:
 - Stima numerica
 - Acuità numerica
- Realtà psicologica della linea mentale (LMM):
 - Effetto Distanza
 - Effetto Grandezza
- Effetto SNARC

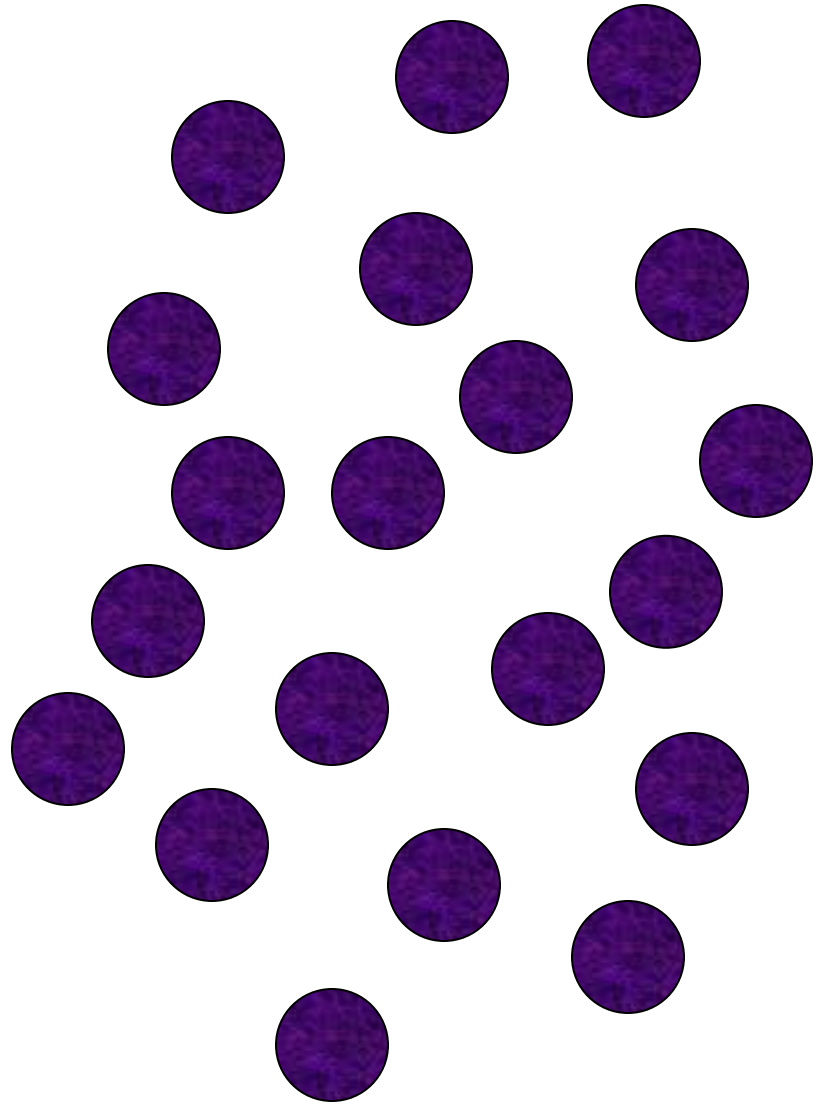
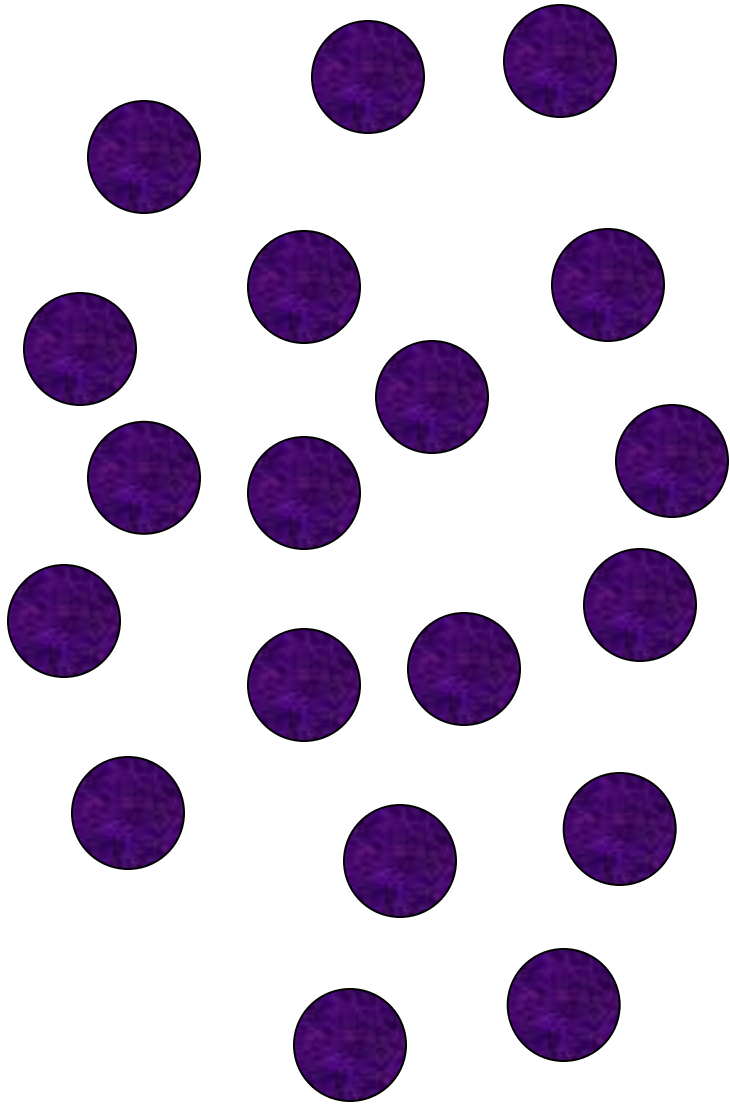
Il **'senso'** dei numeri:

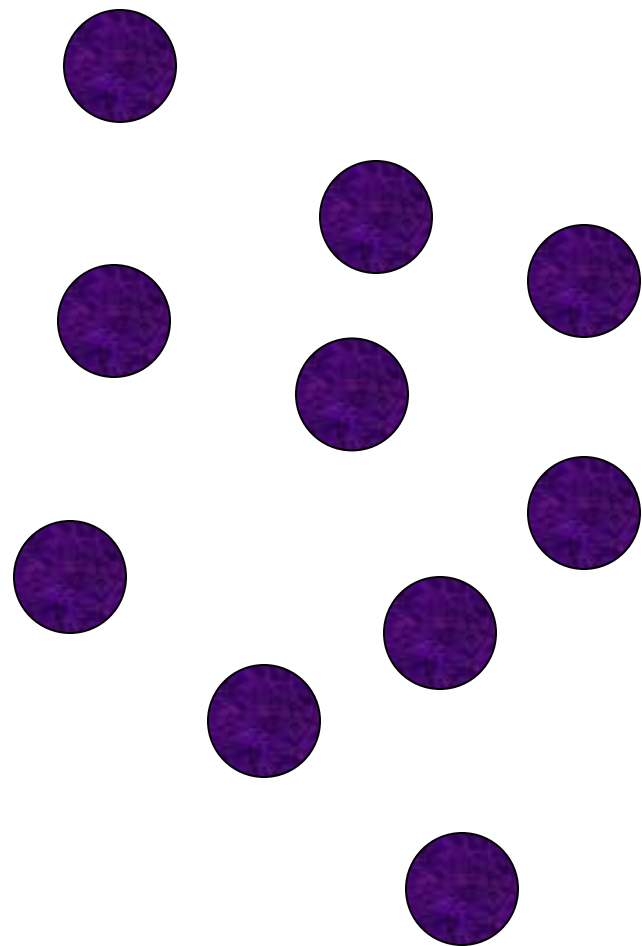
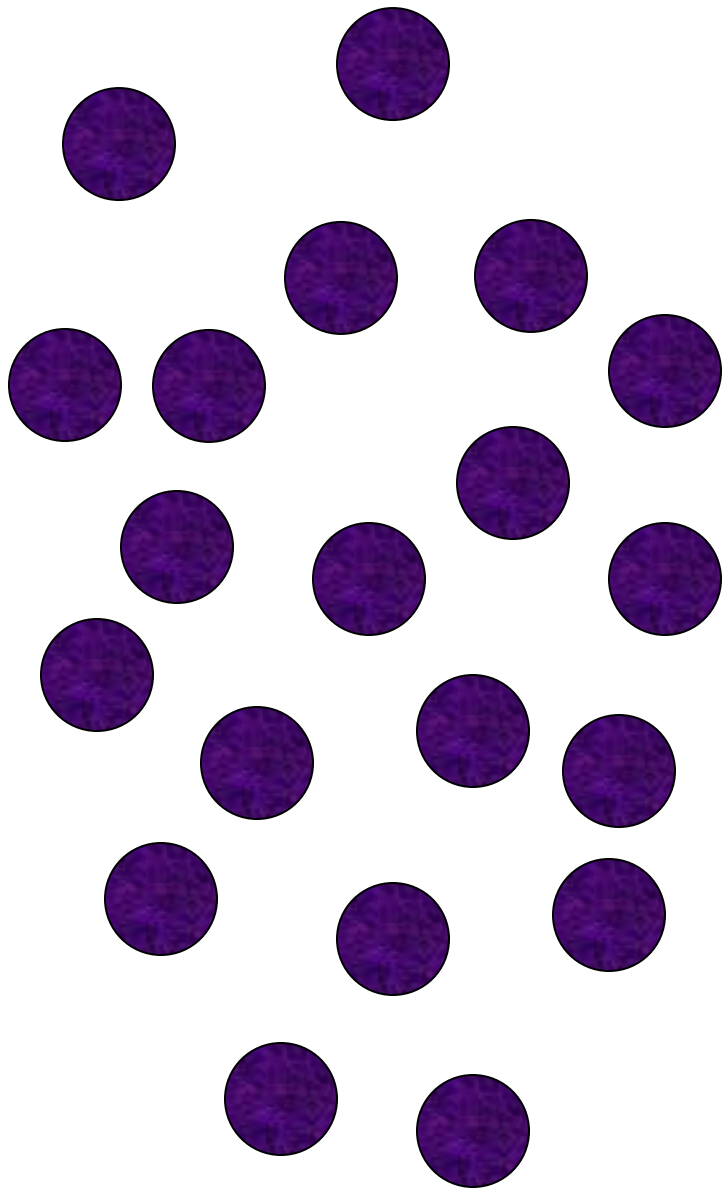
Stima numerica

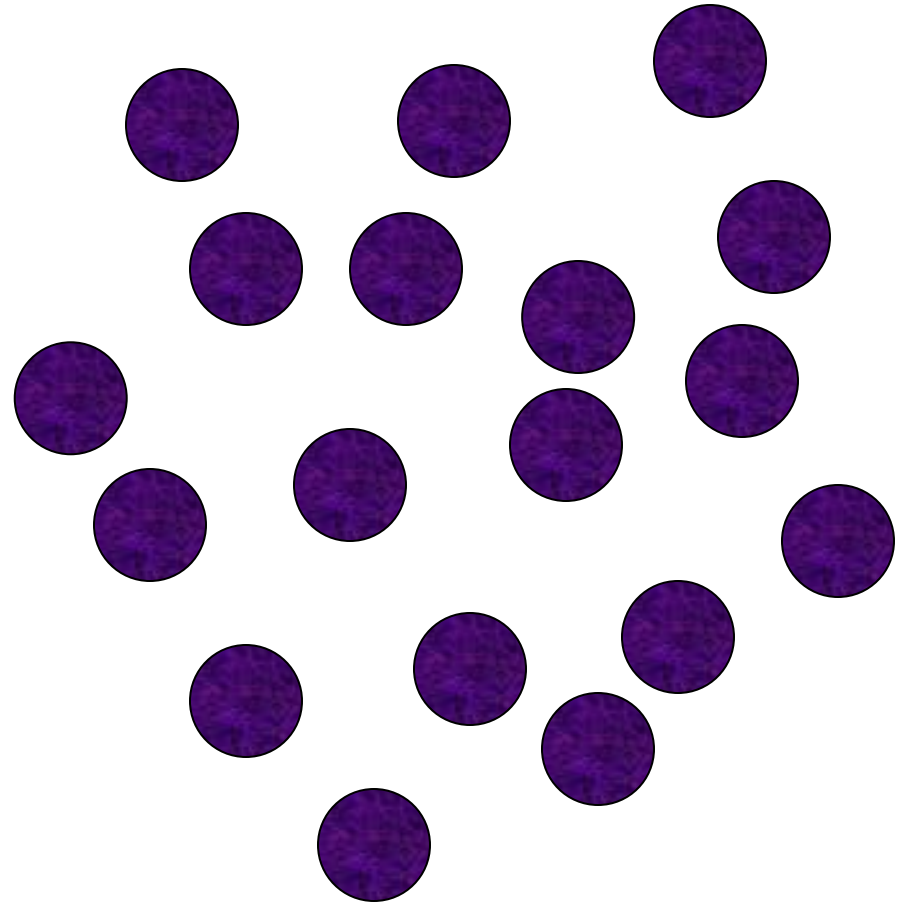
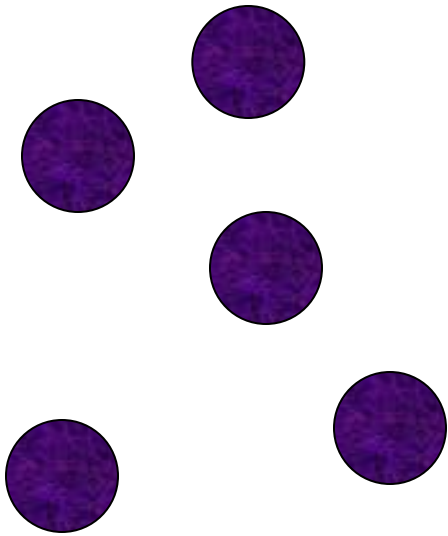
- Capacità di stimare un numero approssimativo, cioè di riconoscere la numerosità

Decidere velocemente:
In che lato ce ne sono di più?

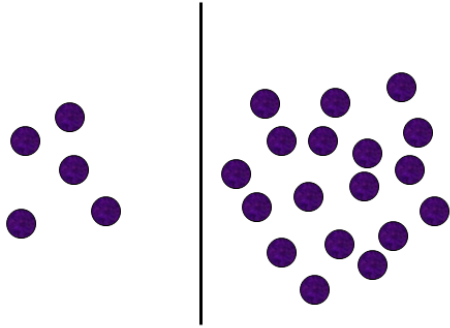




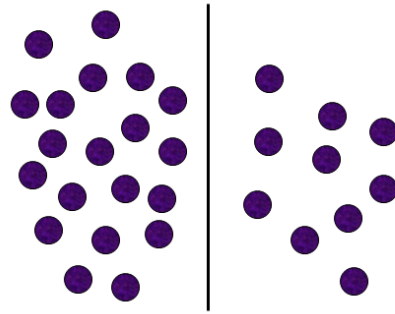




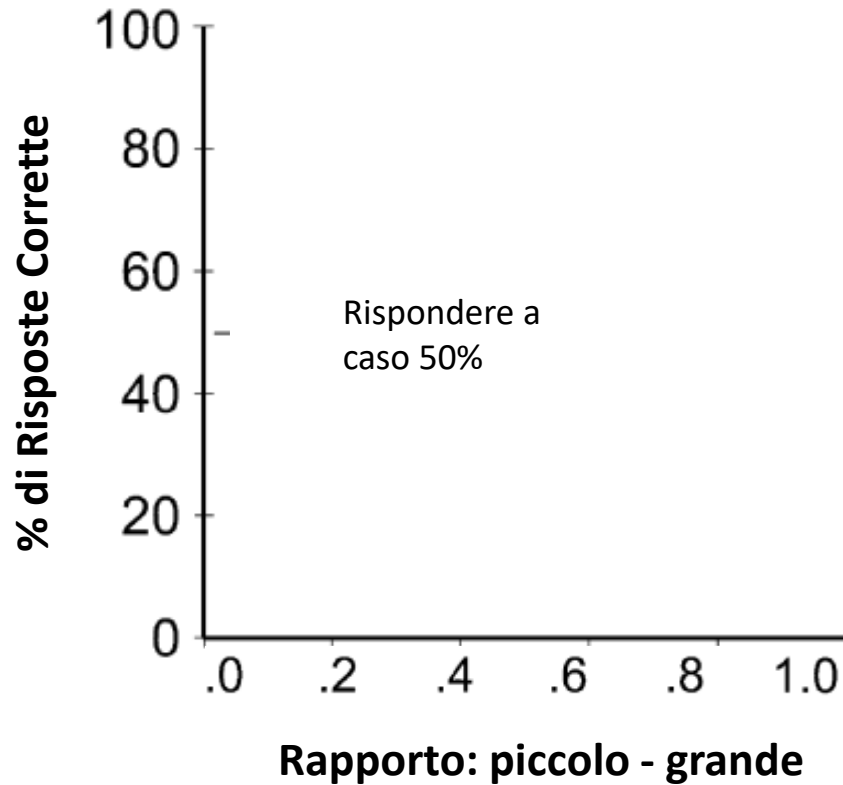
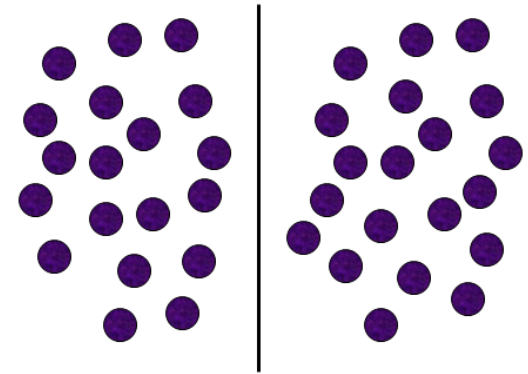
Rapporto $5/20 = 0,25$



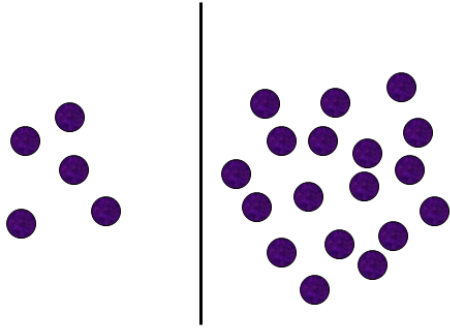
Rapporto $10/20 = 0,5$



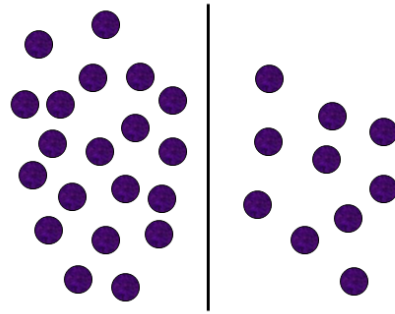
Rapporto $19/20 = 0,95$



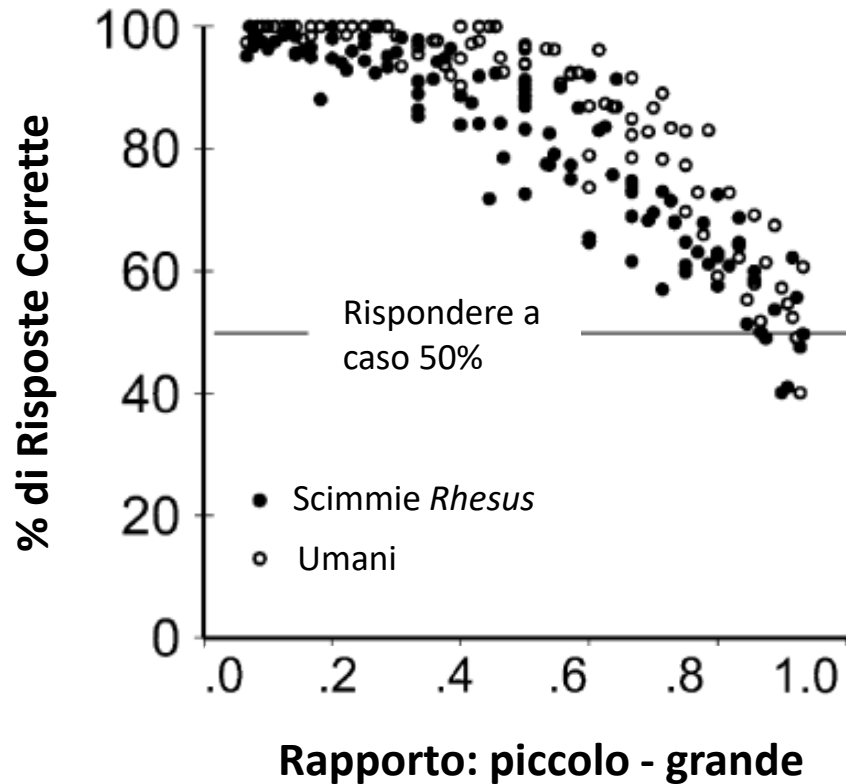
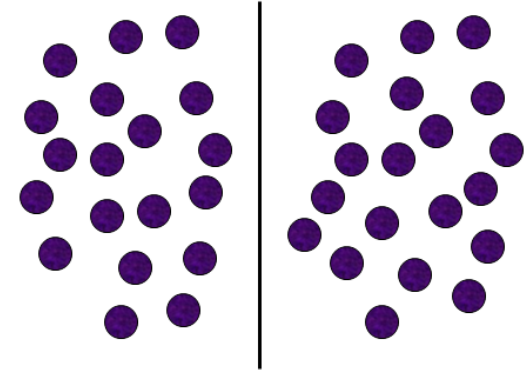
Rapporto 5/20 = 0,25



Rapporto 10/20 = 0,5



Rapporto 19/20 = 0,95



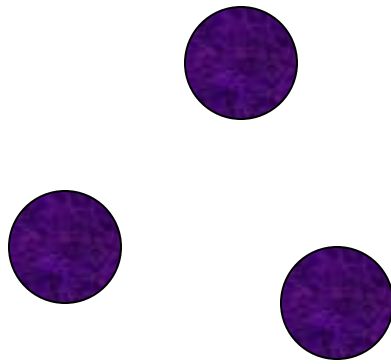
Cantlon, J. F., & Brannon, E. M. (2006). Shared system for ordering small and large numbers in monkeys and humans. *Psychological science*, 17(5), 401-406.

Il '*senso*' dei numeri:

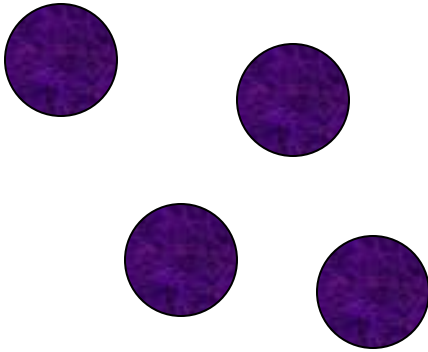
Percezione - Acuità numerica

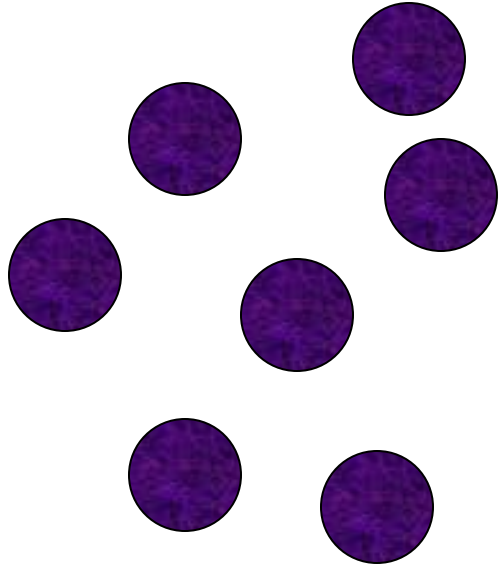
- Capacità di distinguere in modo rapido e accurato la quantità di elementi

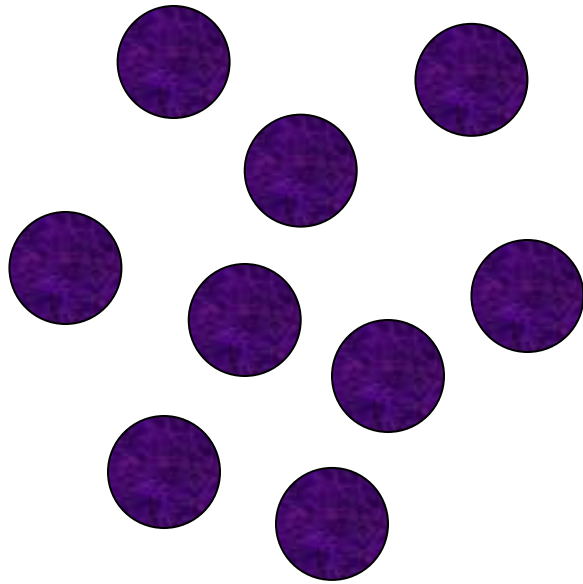
Dire velocemente e senza
contarli: quanti elementi ci sono?

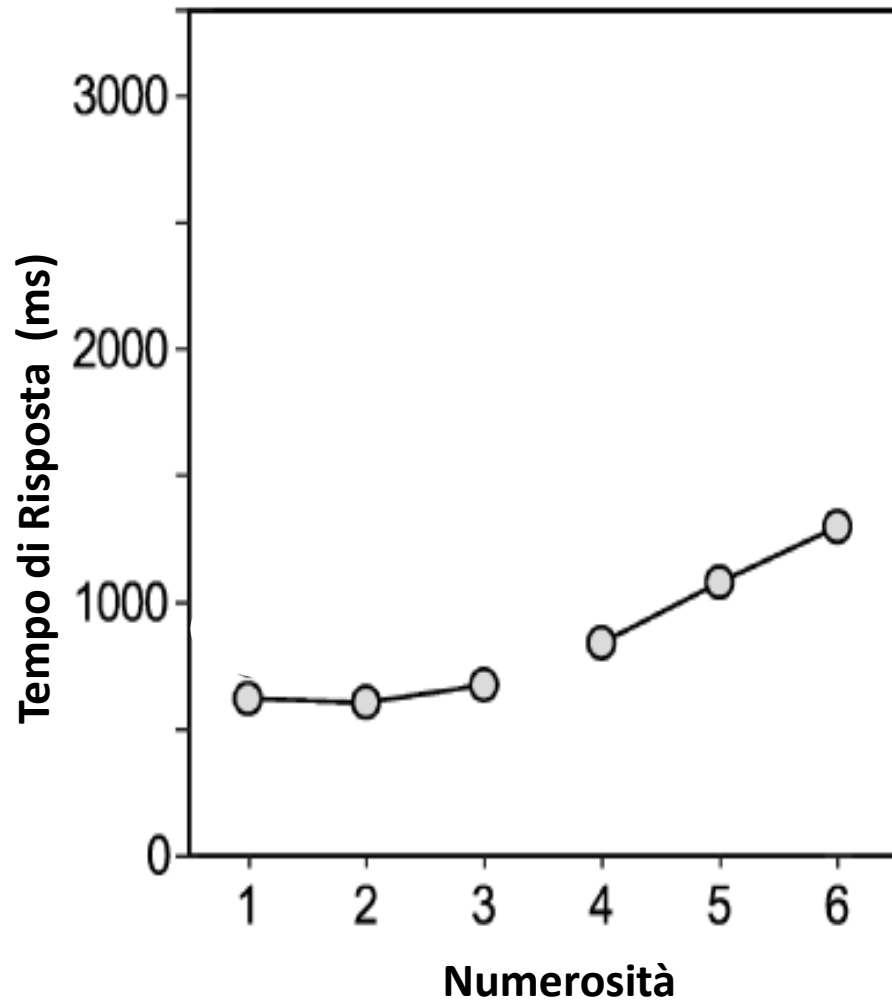








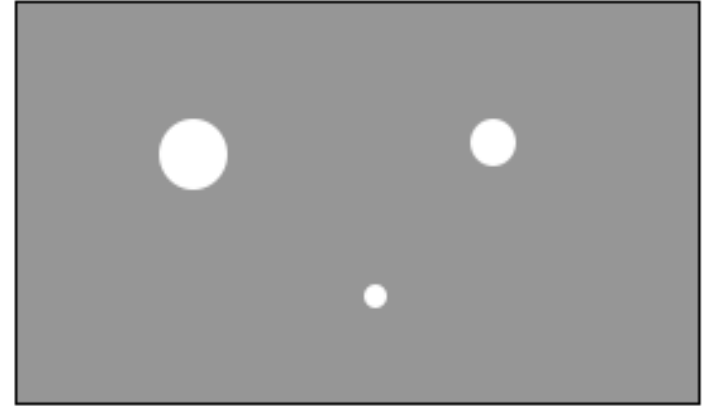




- Universalmente, gli esseri umani hanno la capacità di distinguere tra 1, 2 e 3 elementi senza contare. Questo viene chiamato *subitizing* (subito-improvvisamente).
- Questo succede improvvisamente ed è un carattere innato e universale. Può essere quello che sperimentano anche neonati e animali.

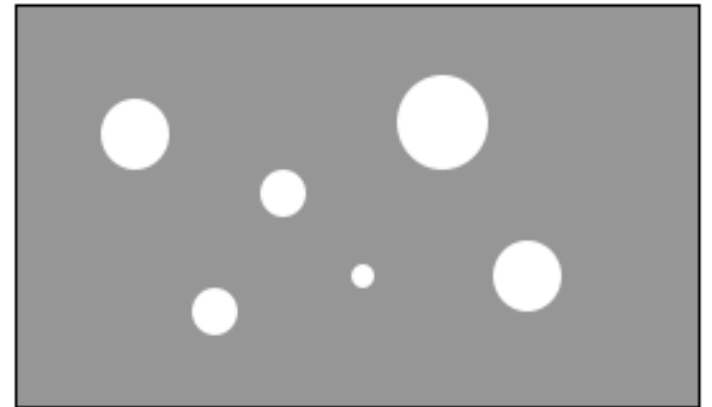
Subitizing e Stima

Subitizing: denominazione VELOCE e ACCURATA della numerosità di un gruppo di items (Limite di 4 elementi circa).



Oltre il «subitizing range»:

Stima: denominazione VELOCE ma IMPRECISA (si ha solo quando il soggetto non ha tempo di contare).



Il '*senso*' dei numeri

- Gli essere umani possiedono quindi un '*senso*' della numerosità approssimativa – di quantità precisa fino a 4
- Ma non solo noi, anche gli animali

I numeri oltre il 'senso'

- Grazie ai sistemi simbolici di rappresentazione inventati dagli essere umani → possiamo quantificare in modo esatto!
- La rivoluzione culturale del sistema numerico fa sì che possiamo comprendere che 36 è diverso da 37, così come 6 e 7 sono due realtà diverse
 - Esempio: popolazione aborigene con sistemi numerici molto ridotti (parole-numero fino 4) → hanno difficoltà con quantità maggiore
- **Sistema simbolico**

Come studiare il sistema simbolico

Confronto di grandezze numeriche

- La capacità di scegliere il più grande tra due numeri, un compito numerico semplice (**confronto di grandezze numeriche**), è il criterio base per stabilire se un individuo comprende il significato dei numeri.
- Due compiti per studiare la grandezza numerica

Come studiare il sistema simbolico

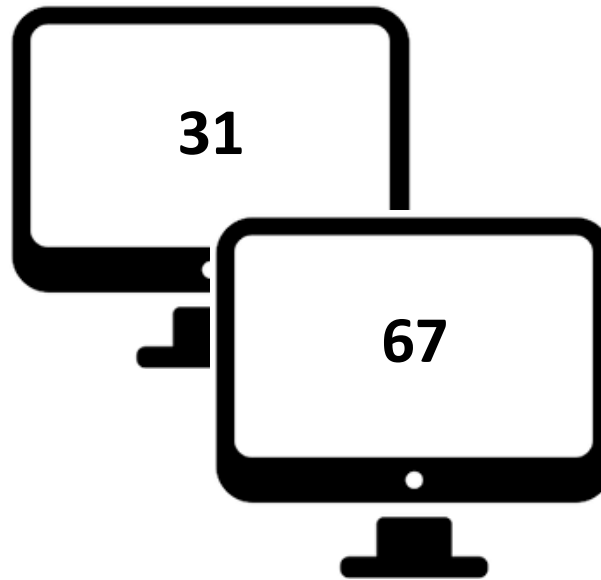
Confronto di grandezze numeriche

- 1. Presentazione di un numero e confronto con uno standard:
 - *‘Maggiore o minore di 5’?*
 - 4
 - nove
 - 864
- 2. Confronto tra due numeri arabi / o parole presentati simultaneamente:
 - *Che numero è più grande?*
 - 4 - 5
 - nove - cinque
 - 864 - 865

Maggiore o minore di
65?

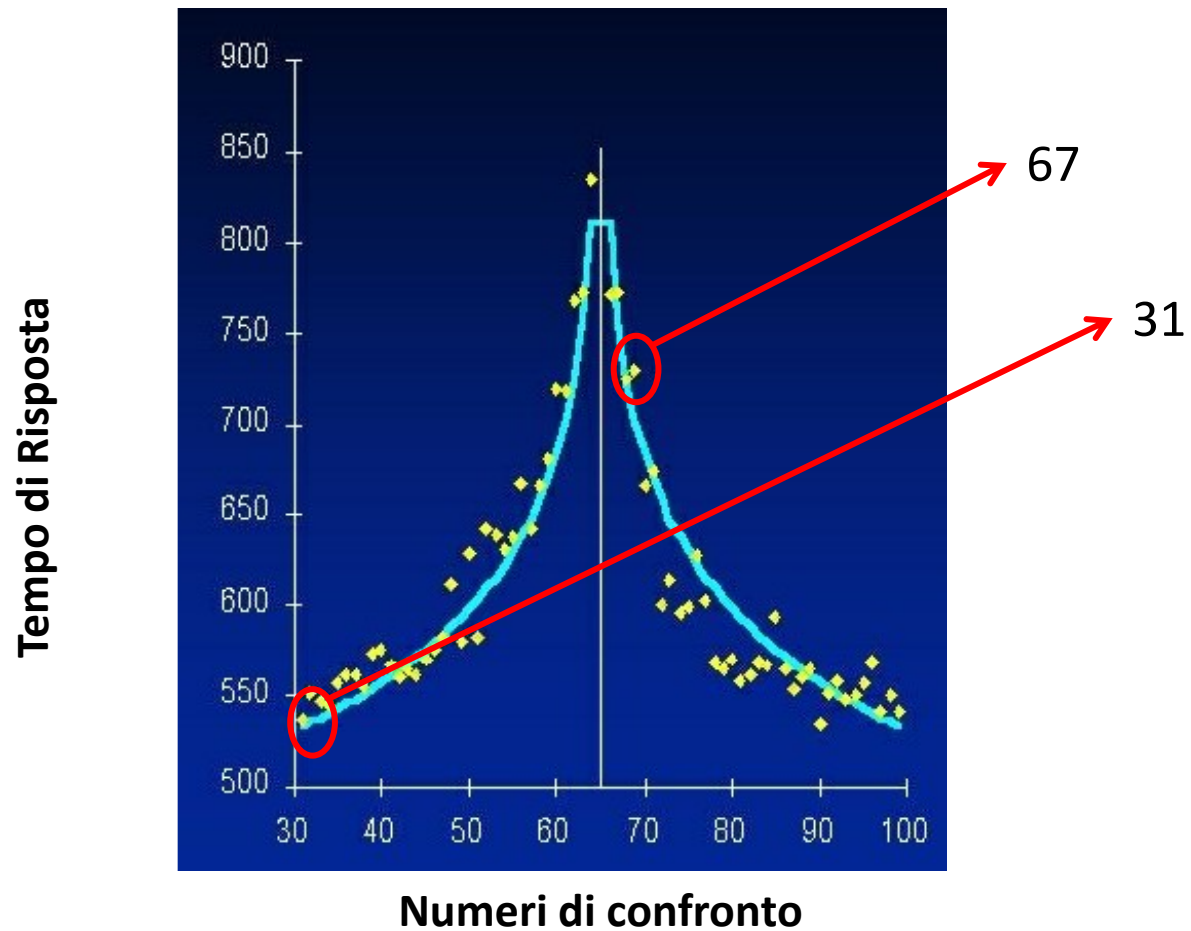
- Istruzioni:
 - Premere un tasto se maggiore; l'altro se minore
- Misure:
 - Tempo di risposta (*Reaction Time - RT*)
 - Accuratezza: se la risposta è corretta o no

Maggiore o minore di
65?



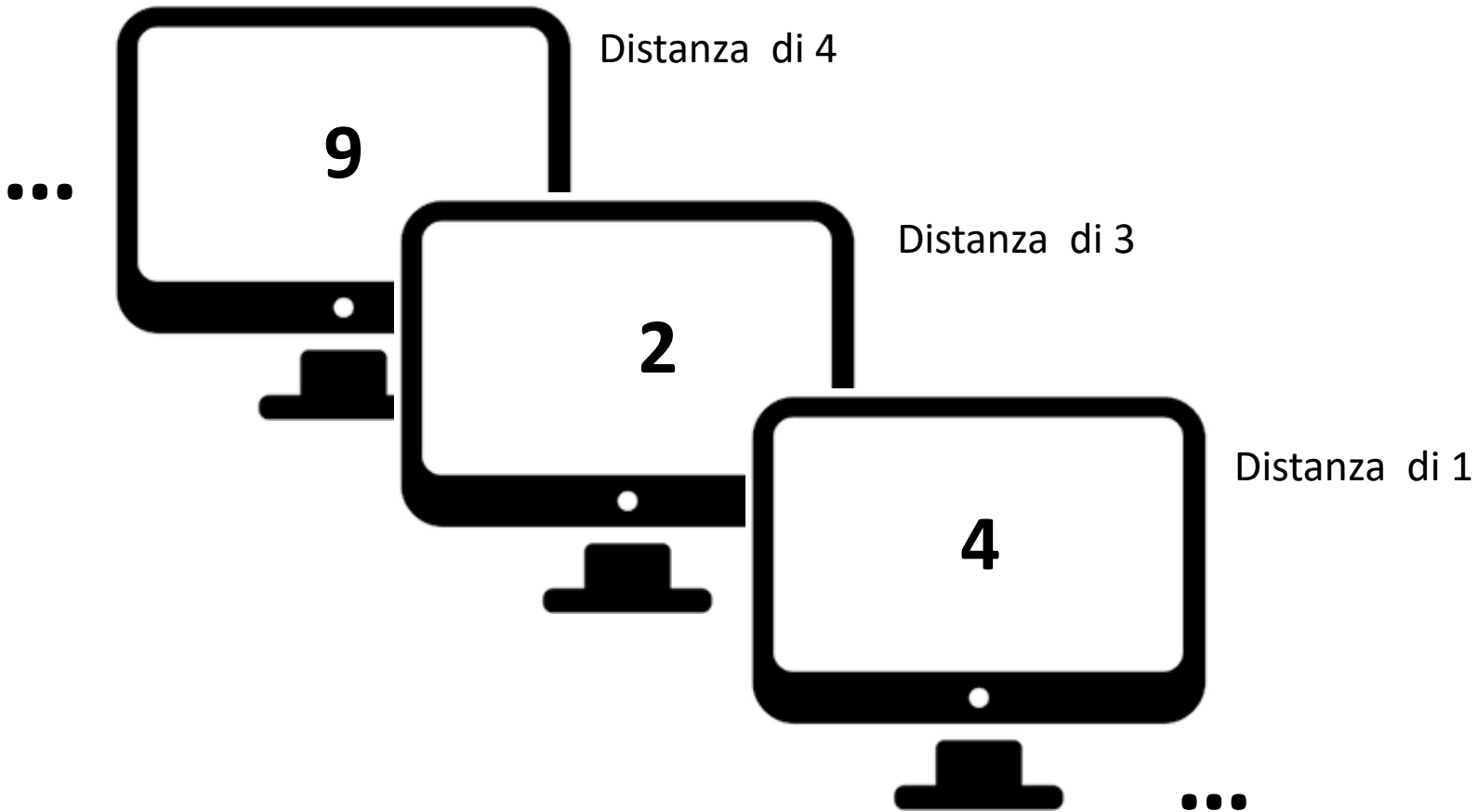
Effetto Distanza

Maggiore o minore di 65?



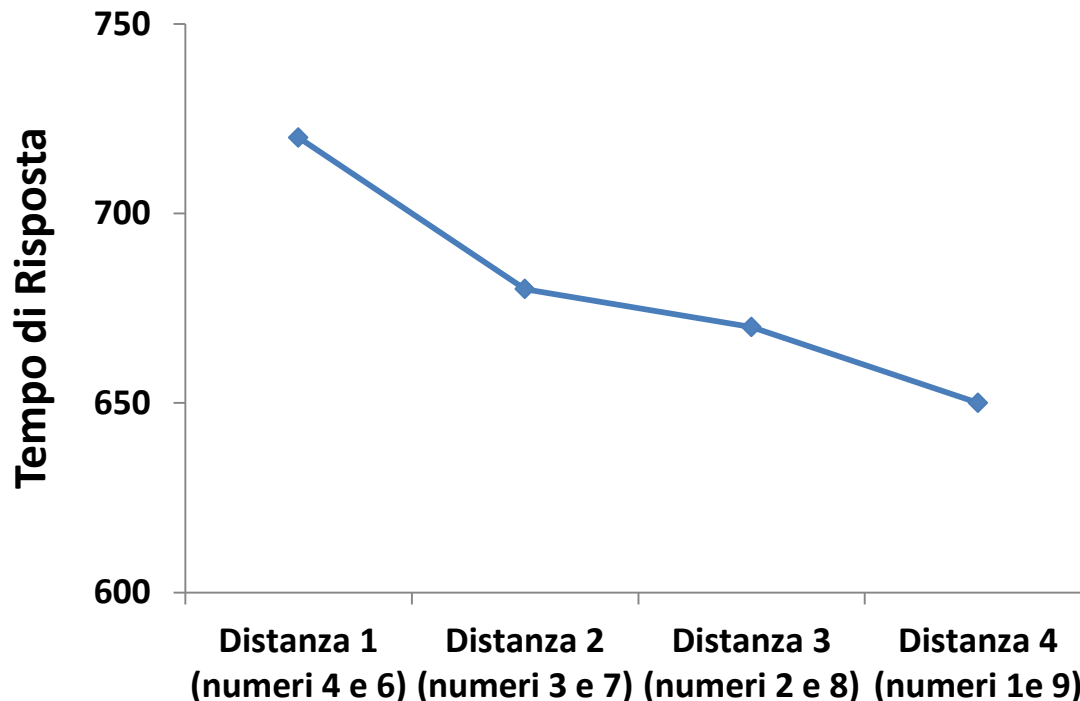
Effetto Distanza – Esempio II

Il numero è maggiore di 5?

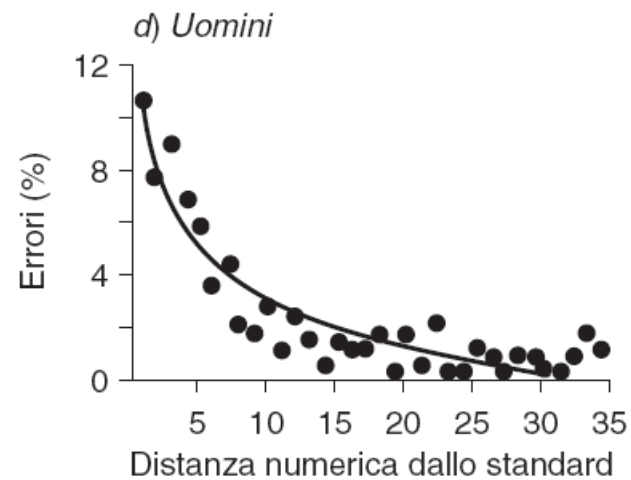
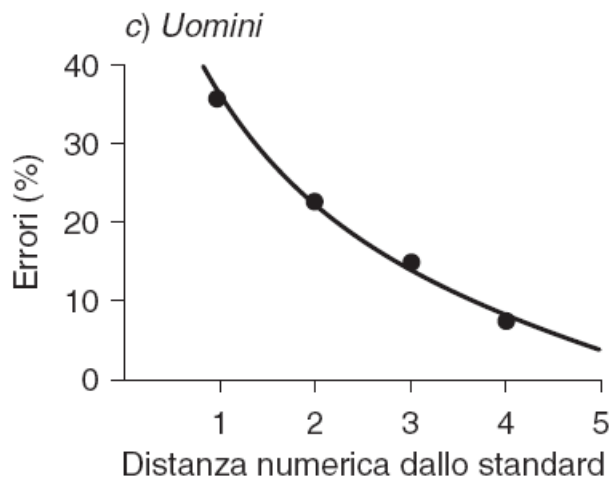
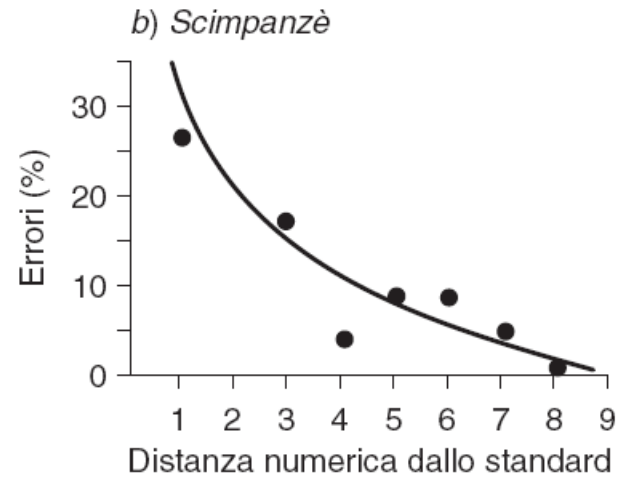
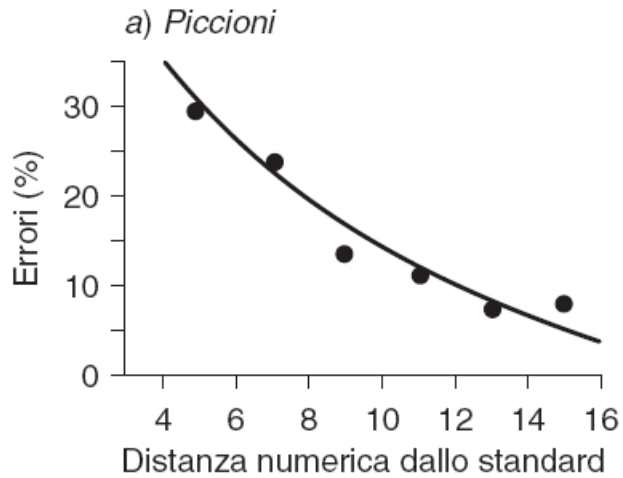


Effetto di Distanza

In un compito di confronto di grandezze numeriche, le risposte sono tanto più rapide ed accurate quanto maggiore è la differenza (distanza) tra i numeri. Esempio, è più facile giudicare che 9 è più grande di 6, che giudicare che 9 è più grande di 8.



Effetto di Distanza



L'effetto è presente anche in molte specie animali, come dimostrato da esperimenti effettuati con tecniche di condizionamento.

Effetto Grandezza

Che numero è maggiore?

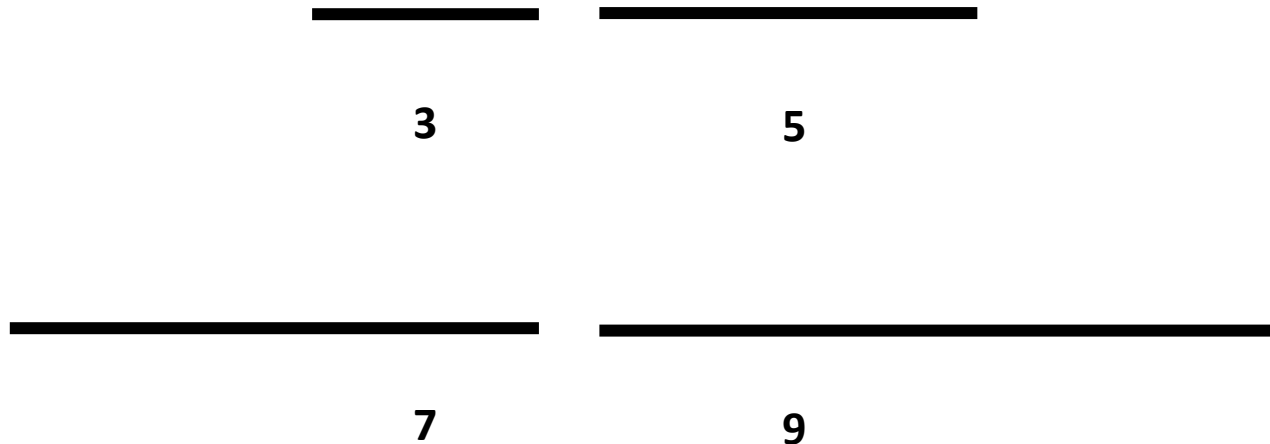
- $2 - 4$
- $6 - 8$
- $26 - 28$
- $112 - 114$

Effetto Grandezza

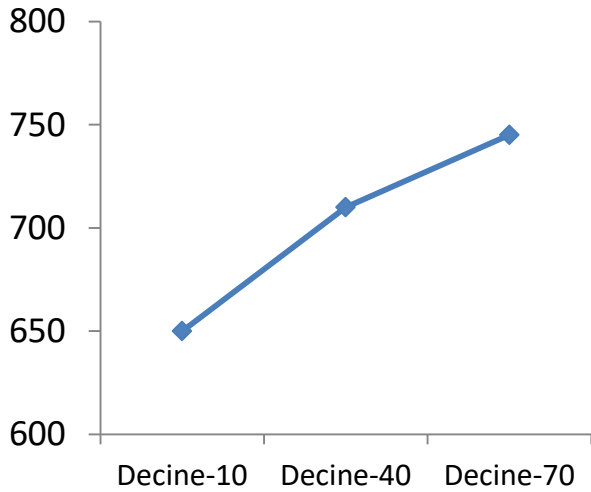
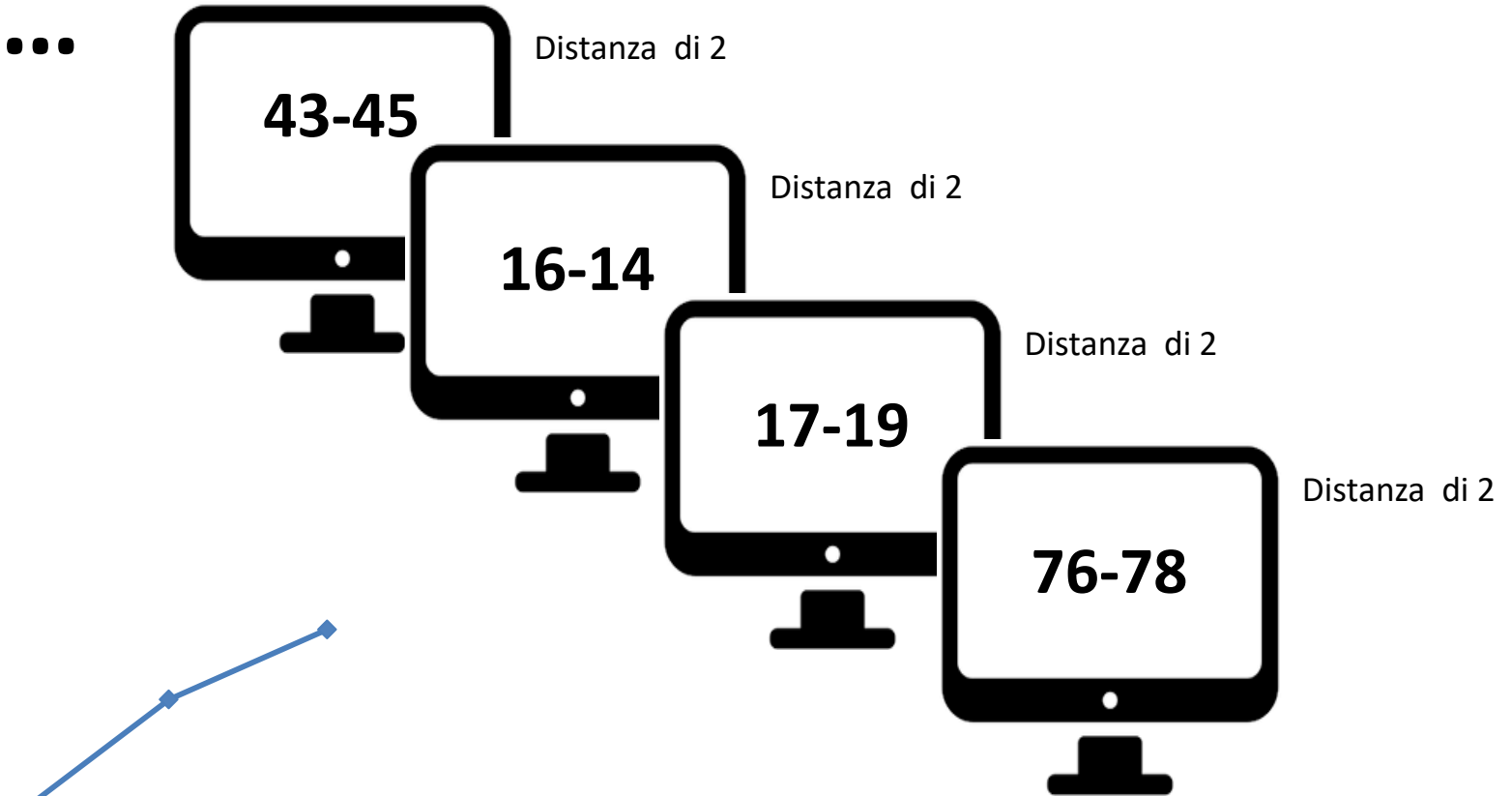
- Per una stessa distanza tra due numeri da confrontare (ad es., 2) → la comparazione diventa più difficile quanto più aumenta la dimensione dei numeri. Ad es.: è più facile giudicare che 9 è più grande di 6, che non giudicare che 19 è più grande di 16.

Effetto Grandezza

- Giudicare differenze diventa più difficile quando la magnitudine aumenta (Legge di Weber)



Che numero è maggiore?



Effetto Grandezza

- La vostra accuratezza e latenza sarebbe stata questa:
 - ACCURATEZZA (numero di risposte corrette):
 - $2 - 4 > 6 - 8 > 26 - 28 > 112 - 114$
 - TEMPO DI RISPOSTA
 - $2 - 4 < 6 - 8 < 26 - 28 < 112 - 114$

Effetto Grandezza

- Gli studi su varie specie animali (ratti, scimpanzè, uccelli, ecc..) mostrano risultati simili a quelli condotti su soggetti umani, dimostrando la generalità dell'effetto grandezza oltre che dell'effetto distanza.
- Una simile capacità elementare di elaborazione dei numeri è presente nei bambini piccoli già prima dello sviluppo delle abilità linguistiche
- La capacità di percepire la numerosità è quindi probabilmente una abilità innata condivisa con l'uomo da molte specie animali.

Linea Numerica Mentale

- Una caratteristica della rappresentazione dei numeri è la sua natura **visivo-spaziale**.
 - ‘Come pensiamo ai numeri?’ ... *in una linea nella quale i numeri compaiono in un formato continuo...* (Metodo dell'introspezione, F. Galton)
 - Effetto Grandezza
 - Effetto Distanza

Linea Numerica Mentale: Orientamento – Effetto SNARC

- Le evidenze prese in considerazione finora dimostrano che la rappresentazione dei numeri ha effettivamente un'estensione descrivibile attraverso una linea.
- Il fatto che tale linea abbia un orientamento spaziale specifico da sinistra a destra è dimostrato dall'effetto **SNARC** (*Spatial-Numerical Association of Response Codes*, Dehaene et al., 1993).

Linea Numerica Mentale: Orientamento – Effetto SNARC

- Compito di classificare numeri come pari/dispari
- Numeri compaiono al centro dello schermo
- Risposta con mano Dx o mano Sx
- Misura Tempo di Risposta

Linea Numerica Mentale: Orientamento – Effetto SNARC



PARI

(premere con mano Sx)

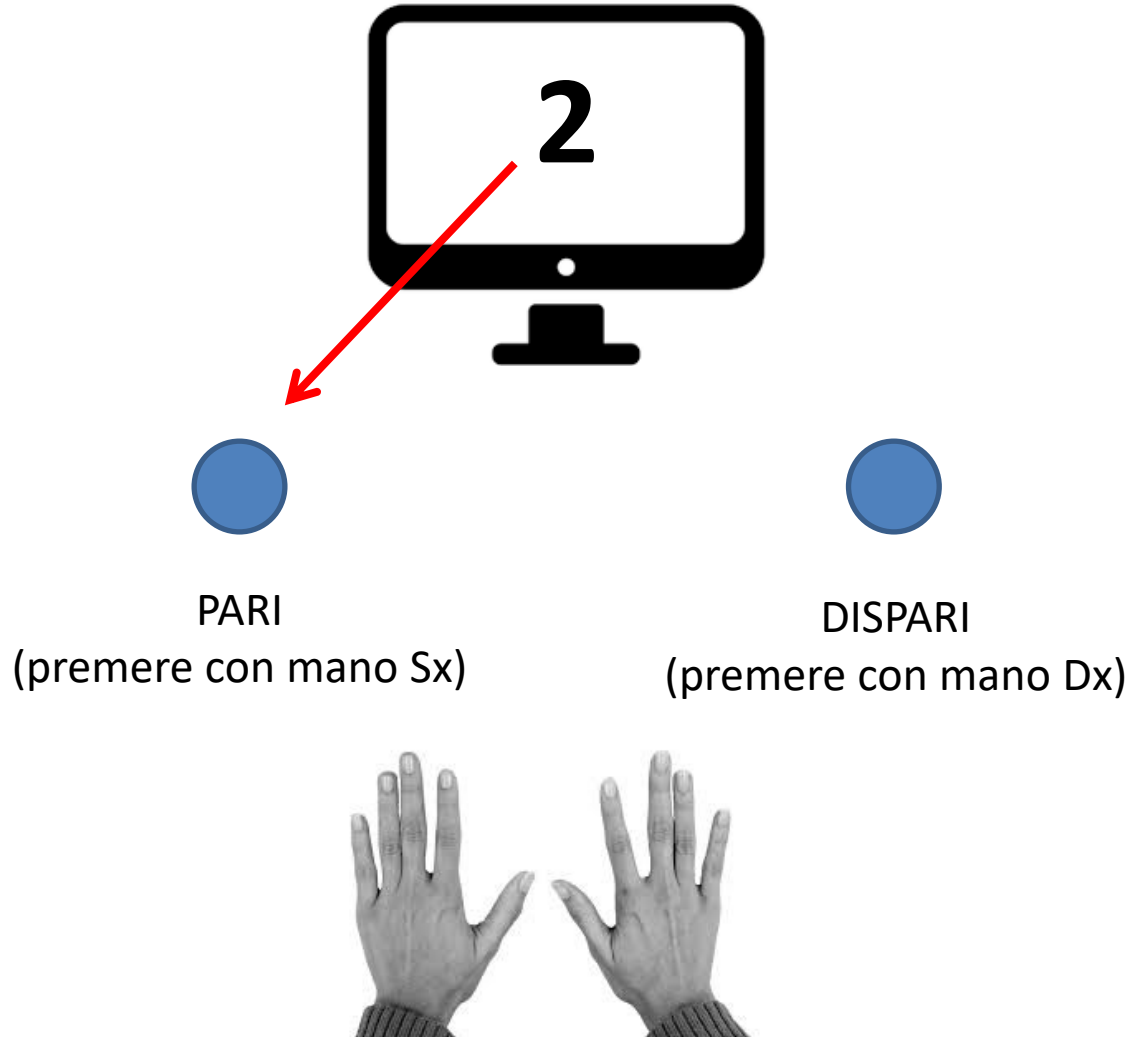


DISPARI

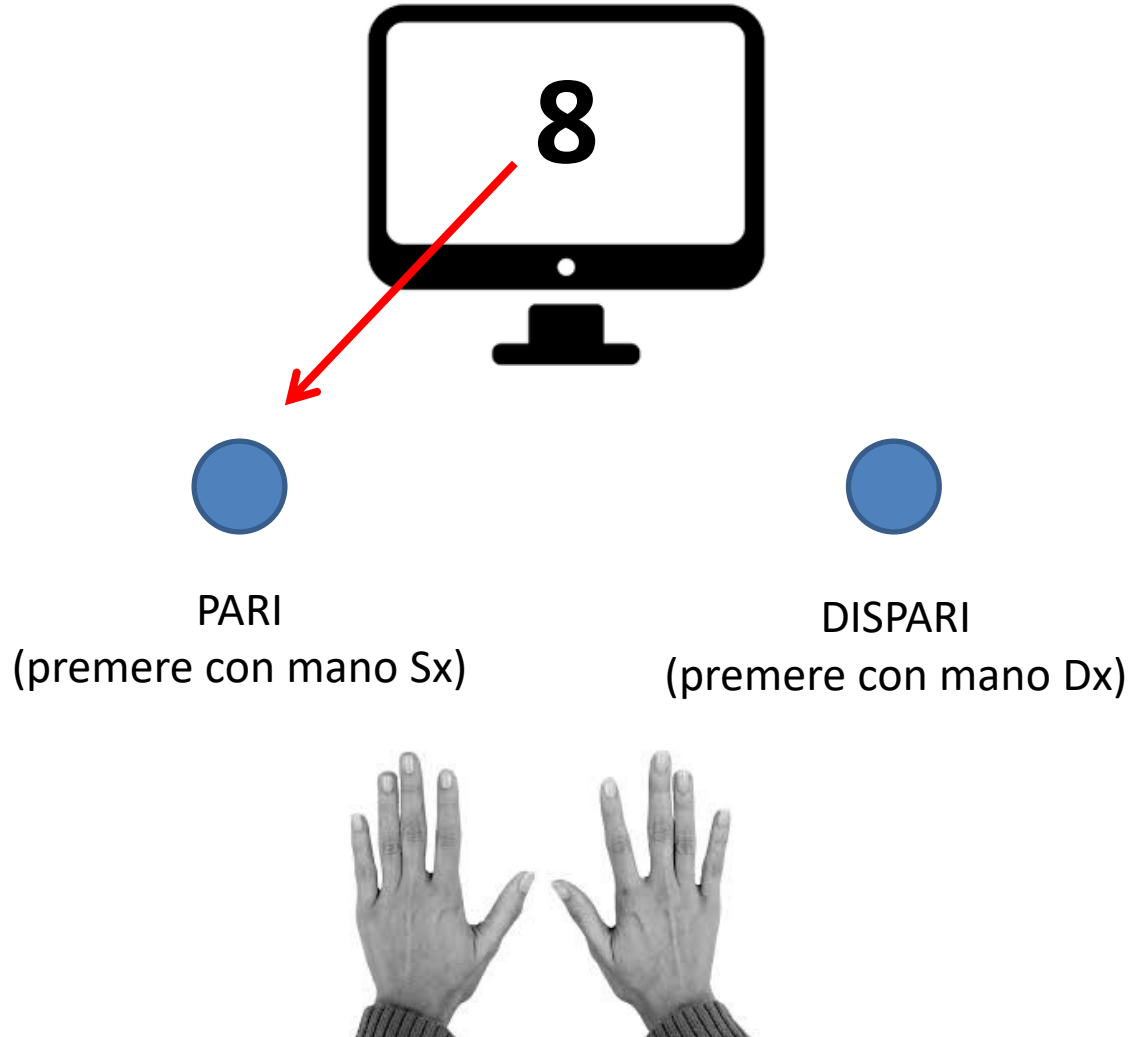
(premere con mano Dx)



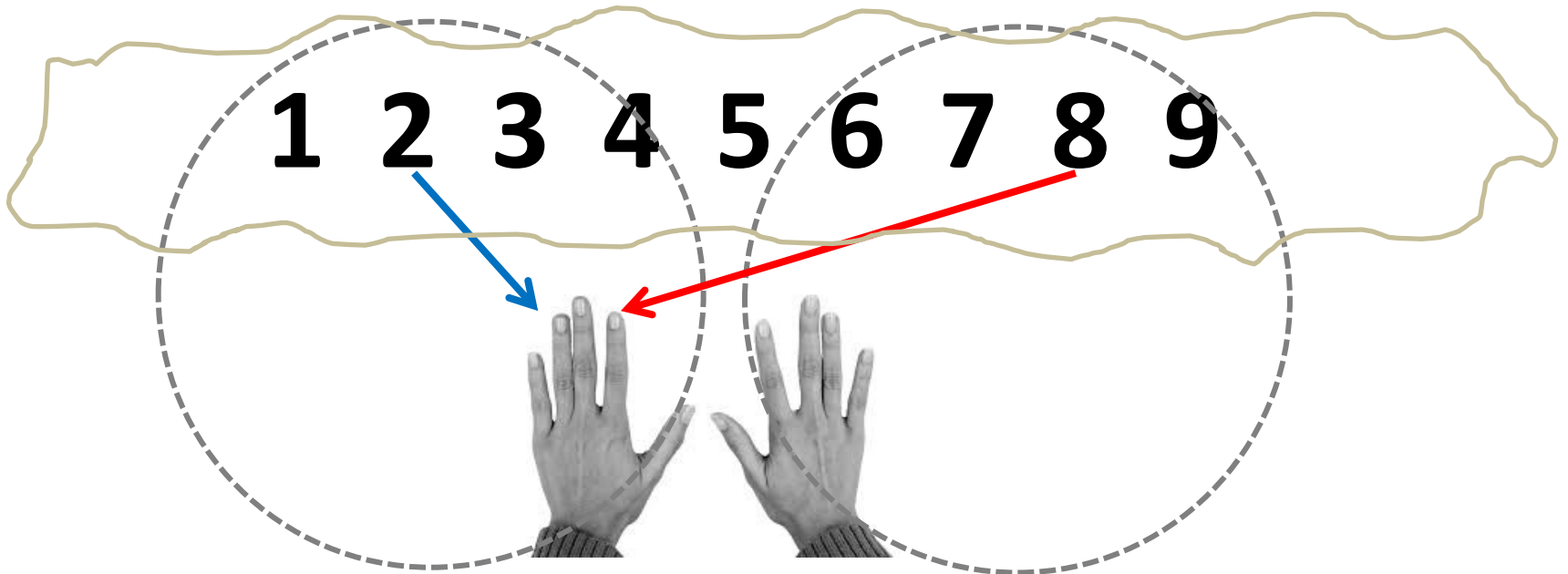
Linea Numerica Mentale: Orientamento – Effetto SNARC

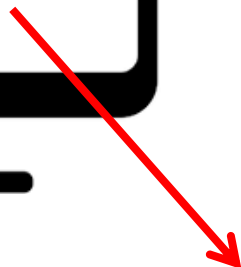


Linea Numerica Mentale: Orientamento – Effetto SNARC



Più lento a rispondere 8 rispetto a 2 perché rispondo PARI con la mano Sx





PARI
(premere con mano Sx)



DISPARI
(premere con mano Dx)





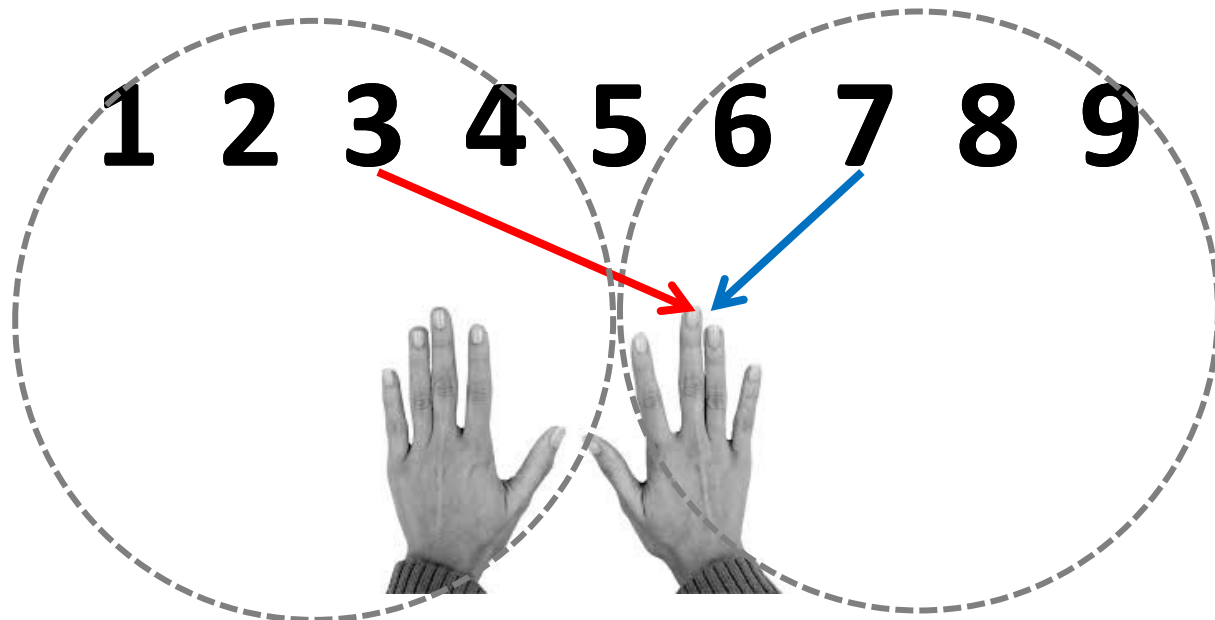
PARI
(premere con mano Sx)



DISPARI
(premere con mano Dx)



Più lento a rispondere 3 rispetto a 7 perché rispondo DISPARI con la mano Dx



Linea Numerica Mentale: Evidenza sperimentale

- La comparsa del numero al centro dello schermo attiva (in modo automatico) la rappresentazione della quantità corrispondente sulla linea numerica mentale
- Le quantità più piccole sono rappresentate a sinistra di questa linea mentale (dunque, in corrispondenza della mano Sx); e quelle più grandi sono rappresentate a destra (dunque, in corrispondenza della mano Dx).
- Il risultato dipende quindi dalla **compatibilità spaziale** della rappresentazione del numero (sulla LNM) e quella della risposta rispetto alla linea mediana del corpo
- ***SNARC effect (Spatial-Numerical Association of Response Codes)***

SNARC

- L'effetto SNARC, quindi dimostra che la LNM ha un orientamento spaziale specifico da sinistra a destra.
- **Evidenza Neuropsicologica:** Questa conclusione è avvalorata anche da recenti evidenze neuropsicologiche su **pazienti con neglect**. Se viene chiesto a pazienti con neglect di indicare il punto di mezzo di una linea disegnata e posta di fronte a loro (**compito di bisezione di linee**), essi indicano generalmente non il vero punto di mezzo, ma un punto spostato a destra.

SNARC

- **Evidenza Neuropsicologica:** Zorzi, Priftis & Umiltà (Nature, 2002) hanno chiesto a pazienti neglect di individuare il numero che sta nel mezzo a due numeri pronunciati dallo sperimentatore (**compito di bisezione numerica**).
 - Gli errori mostrati dai pazienti sono simili a quelli osservati nella bisezione di linee: BIAS verso DESTRA.
 - La LNM ha caratteristiche spaziali simili a una linea fisica reale...

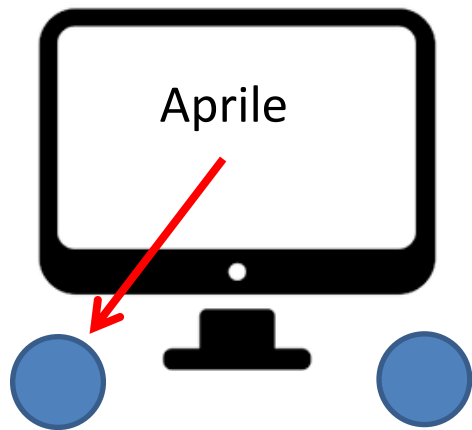


SNARC

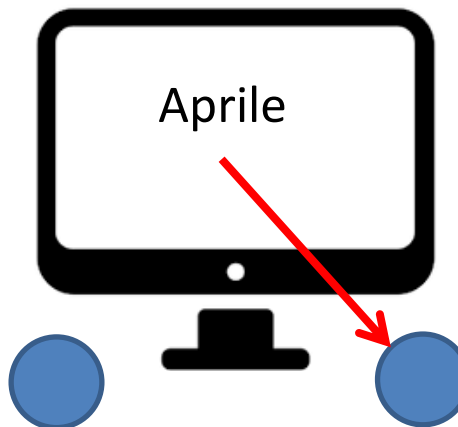
- ***SNARC*** → Importante componente Culturale legato al sistema di lettura

SNARC (linea numerica mentale)

- Dimostrazione che esiste una linea spaziale che va da sinistra a destra
- Non fa riferimento alla magnitudine numerica ma all'ordine numerico. Infatti lo stesso fenomeno avviene quando le persone devono classificare i mesi dell'anno o le lettere
- È un **fenomeno culturale** legato al sistema di scrittura (differenza negli arabi)...**ma si veda lo studio di Rugani et al (2015)**

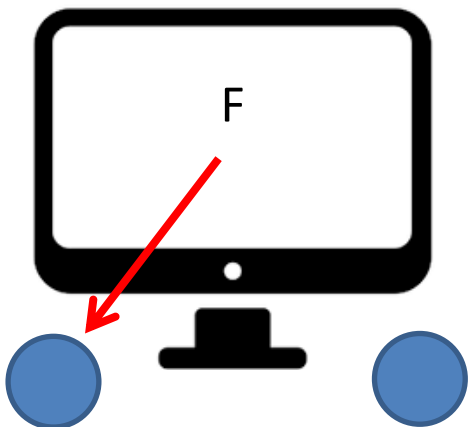


Tempo Risposta

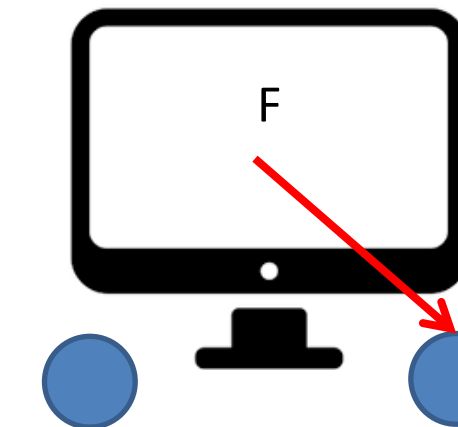


Prima Luglio
(mano Dx)   Dopo Luglio
(mano Sx)

Dopo Luglio
(mano Dx)   Prima Luglio
(mano Sx)



Tempo Risposta



Prima
lettera O
(mano Dx)   Dopo
lettera O
(mano Sx)

Dopo
lettera O
(mano Dx)   Prima
lettera O
(mano Sx)

STROOP NUMERICO

Quanti numeri vedi

2 2 2

Tempo
Risposta:

>

3 3 3

3 3

Tempo
Risposta:

>

2 2

Che valore è più grande?

1 3

Tempo
Risposta:

>

3 1

FINE

Number-space mapping in the newborn chick resembles humans' mental number line

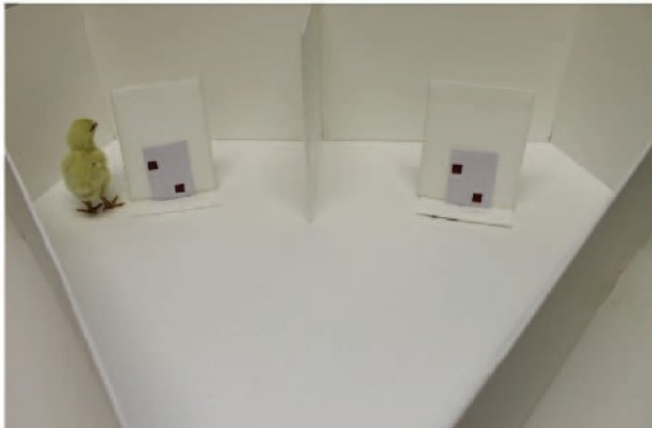
Rosa Rugani,^{1,2*} Giorgio Vallortigara,² Konstantinos Priftis,¹ Lucia Regolin¹

Experiment 1

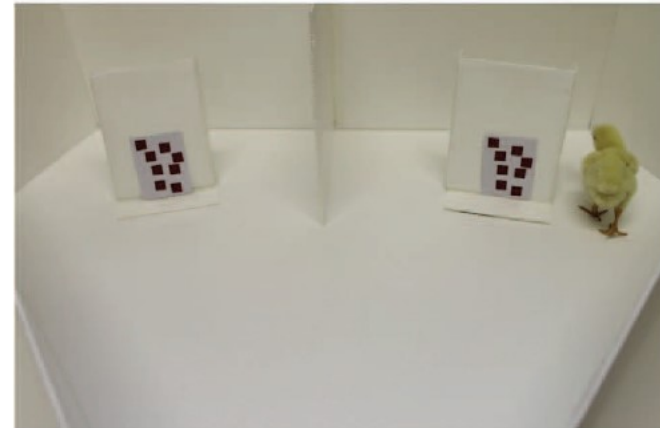


Experiment 1

B



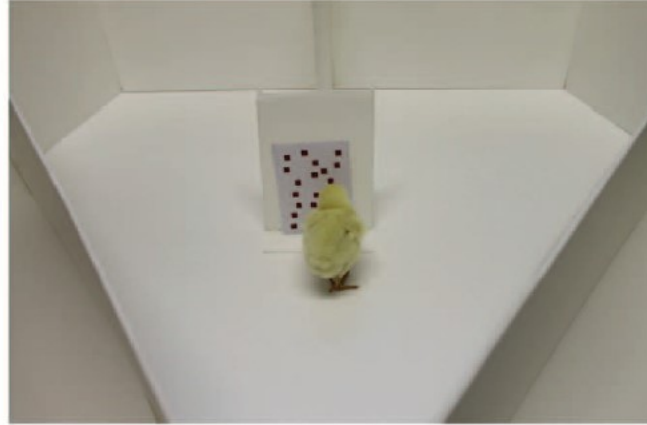
C



On each of five testing trials, for each test, we scored the first panel (left or right) inspected by the chick. In the small number test (2 versus 2), chicks chose the left panel 70.67% and the right panel 29.33% of the times. In the large number test (8 versus 8), the chicks chose the left panel 29% and the right panel 71% of the times

Experiment 2

A

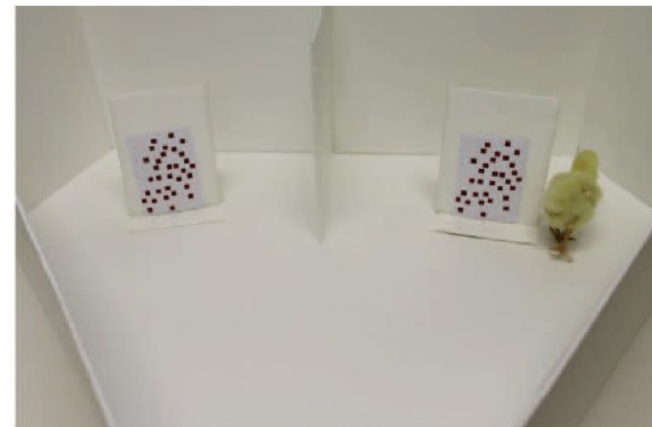


Experiment 2

B



C



In experiment 2, a new group of chicks was presented with the target number “20” (Fig. 2A). Now 8 versus 8 constituted the small number test , and chicks chose the left panel 70% and the right panel 30% of the time. In the large number test, 32 versus 32, chicks chose the left panel 22.5% and the right panel 77.5% of the times.