

Cognizione, corpo e cultura 2018-2019

Anna Borghi

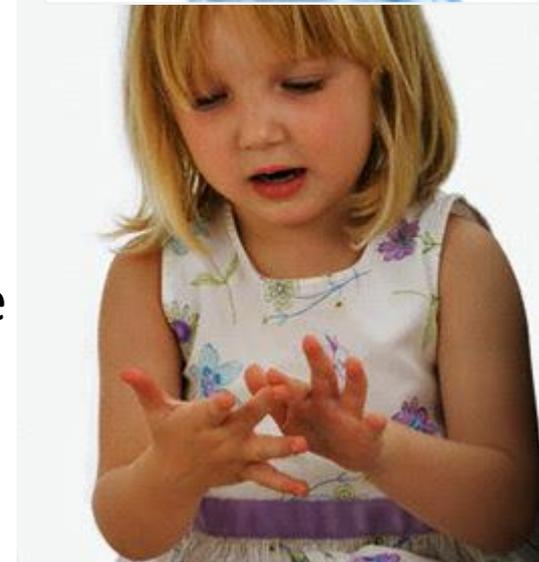
anna.borghi@uniroma1.it

Sito web: <http://laral.istc.cnr.it/borghi>



Indice: cognizione numerica

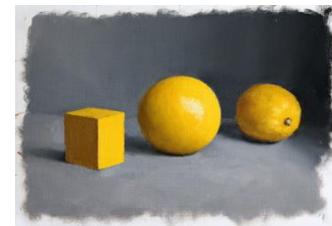
- Sistemi di cognizione numerica
- Subitizing
- Numeri e neonati
- Lingue e sistema numerico
- Numeri e spazio: mental number line
- Numeri e grasping/tipo di presa
- Numeri e affordance
- Finger counting
- Contare e muoversi nello spazio
 - Alto-basso: ascensore e scale
 - Destra-sin: camminare, sedia a rotelle
 - Circolare: camminare, sedia a rotelle



Numeri: un tipo speciale di concetti astratti?



- Concetti astratti (es. “libertà”) **non** hanno un oggetto singolo e ben delimitato come referente ma attivano una **varietà di scene eterogenee**, di situazioni. Queste scene hanno alcuni elementi comuni.
- Numeri: hanno un **oggetto** come **referente**, ma questi **referenti cambiano** e talvolta non hanno nulla in comune.



Numeri: un tipo speciale di concetti astratti?

- **Concetti astratti** (e.g. “freedom”, “justice”) attivano la **bocca** durante l’elaborazione, probabilmente per la necessità di attivare il **linguaggio** o per rievocare la loro acquisizione, o per ri-spiegare il loro complesso significato, o per prepararsi a chiedere informazioni ad altri (Borghi et al., 2017; Borghi & Zarcone 2016; Ghio et al. 2013)



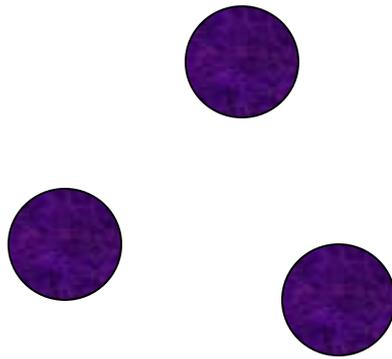
- **Numeri**: attivano primariamente la **mano**, probabilmente a causa dell’abitudine al finger counting. Ma il **linguaggio** appare fondamentale per il sistema di numeri esatti.



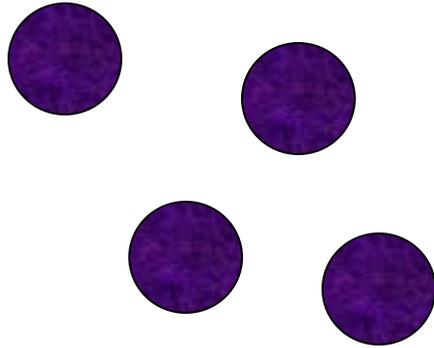
I sistemi numerici

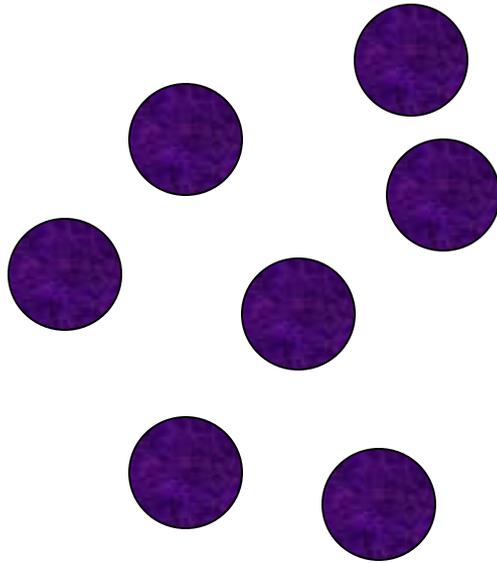
- ❁ Sistemi numerici di base, condivisi da umani e animali:
- ❁ Numeri molto piccoli. SUBITIZING: sistema per contare fino a 4.
- ❁ Numeri ampi per approssimazione. Sistema per rappresentare magnitudini numeriche per approssimazione (più ampio) – adulti: con uno sguardo in grado di differenziare gruppi con una proporzione di 1.1 – 1.
- ❁ Numeri ampi esatti. Sistema per rappresentare numeri esatti, individuali e distinti (più ristretto) - Composto da 1 e 2 + linguaggio

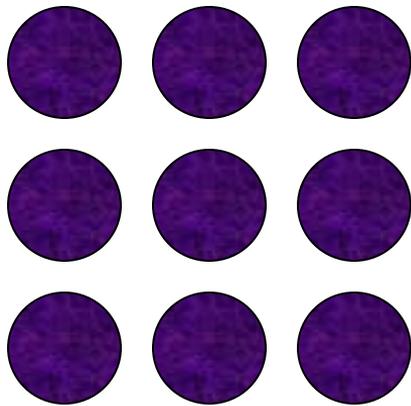
Decidi velocemente:
Quanti sono?



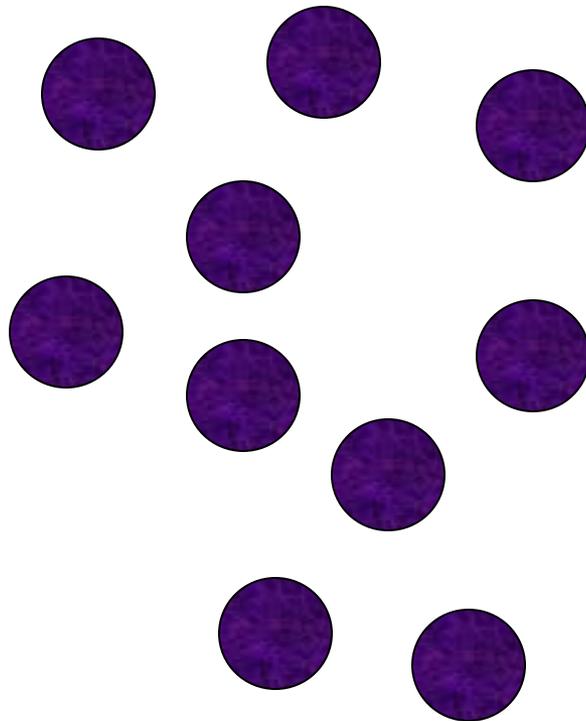
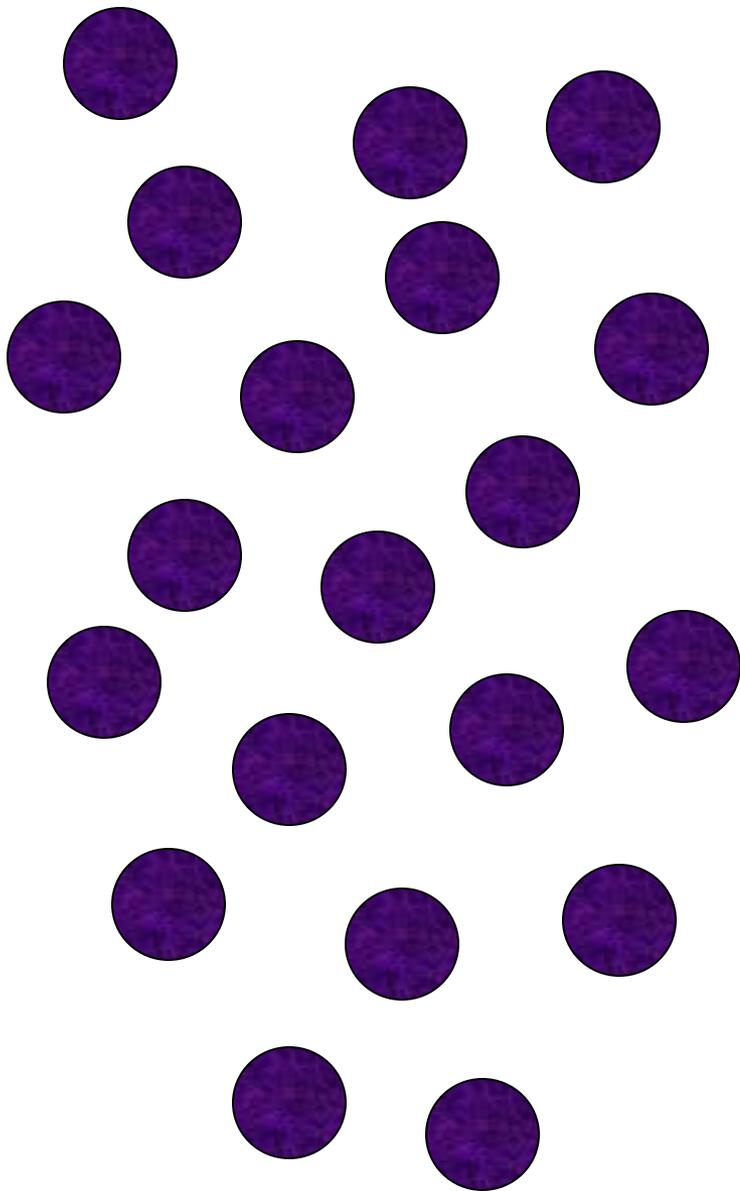


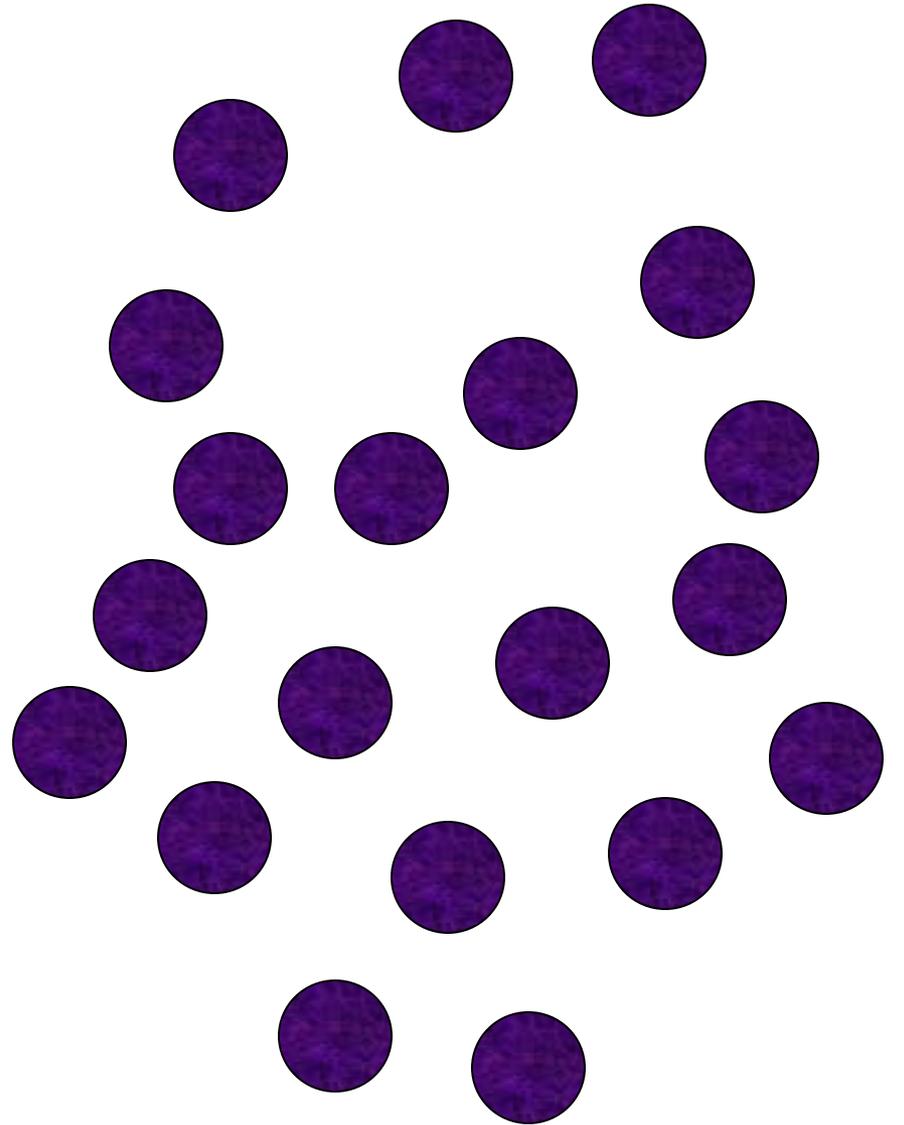
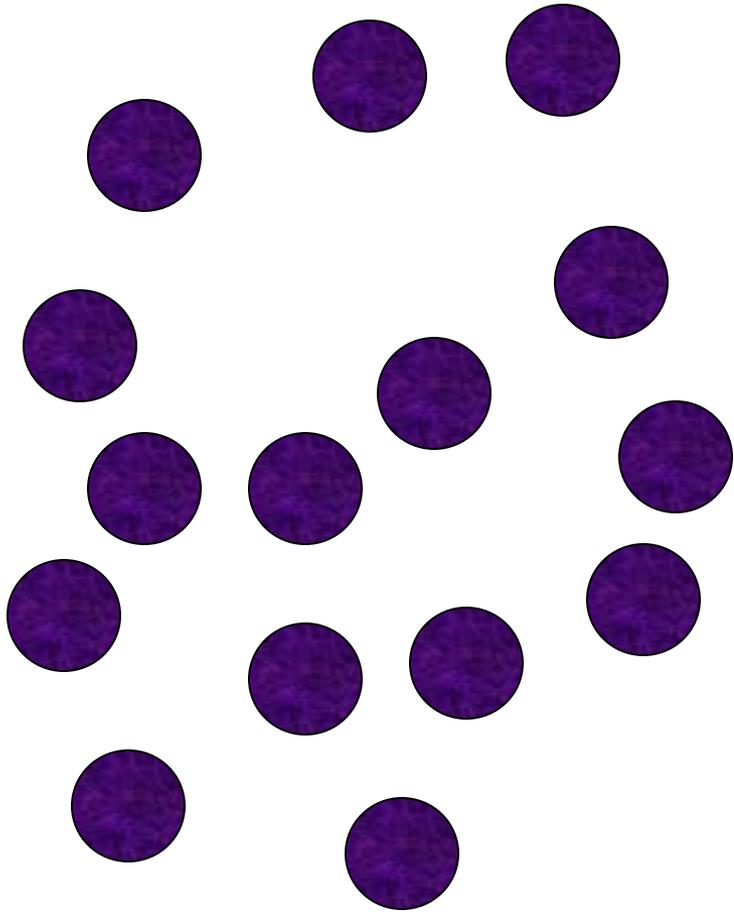


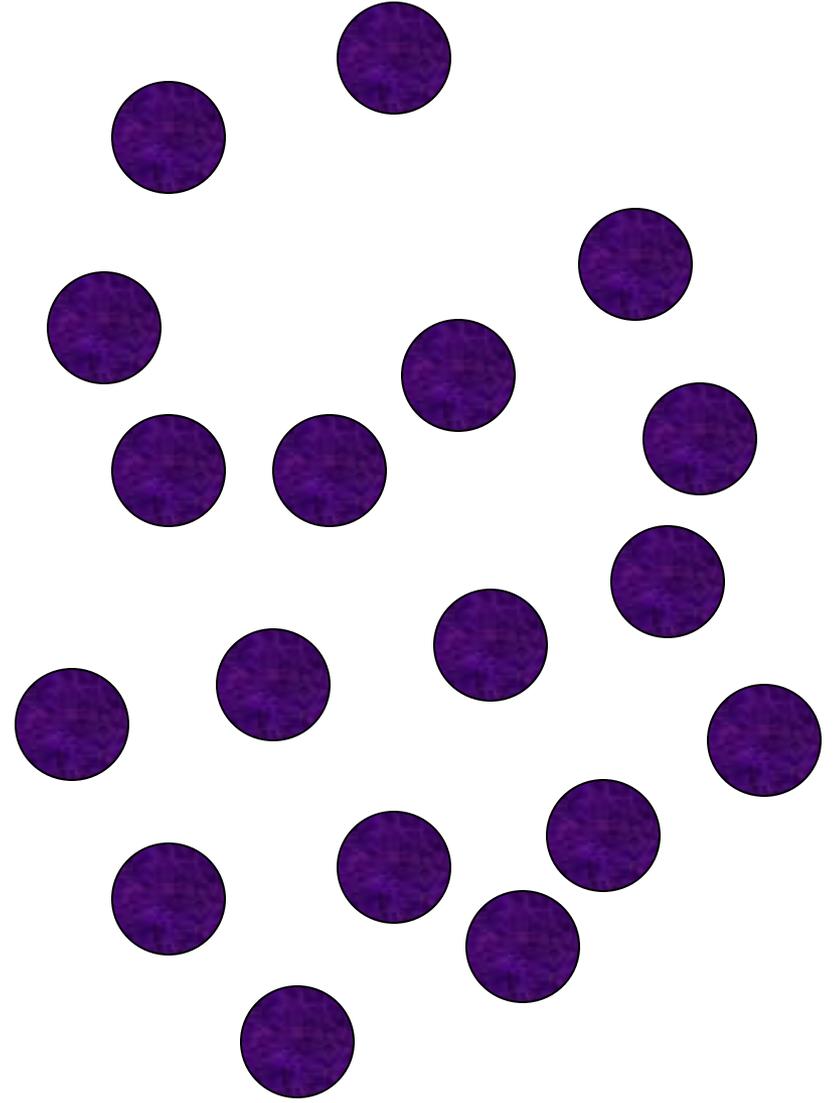
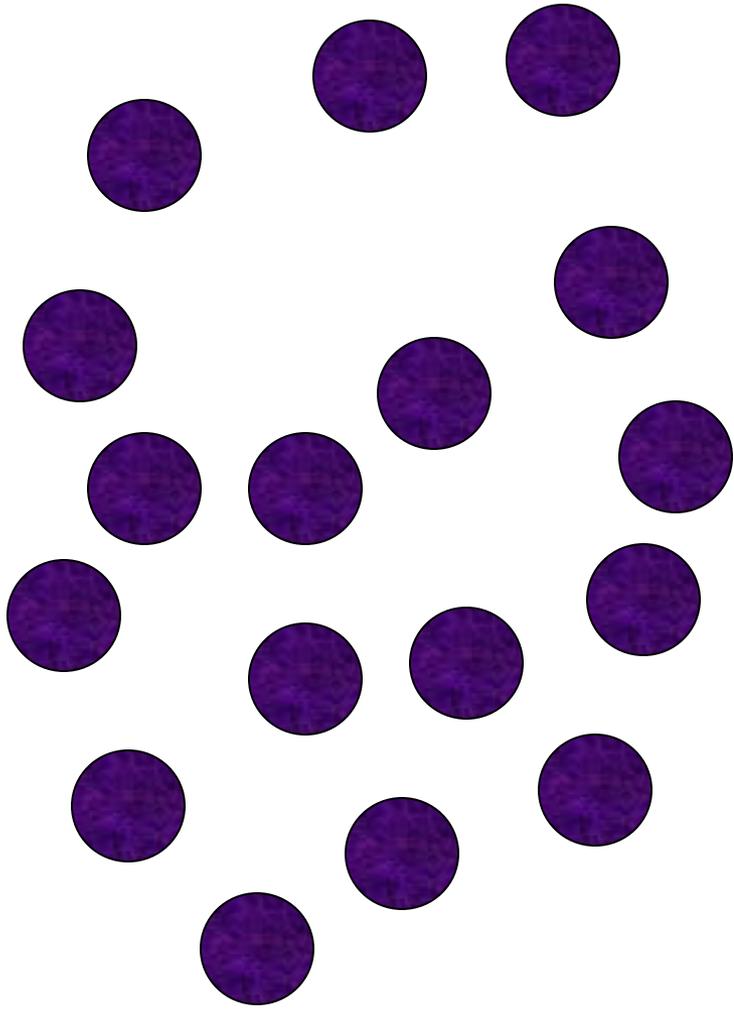


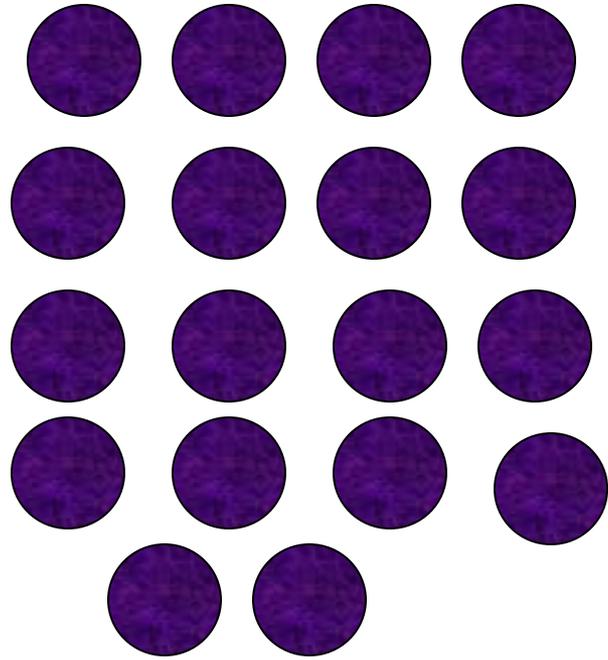
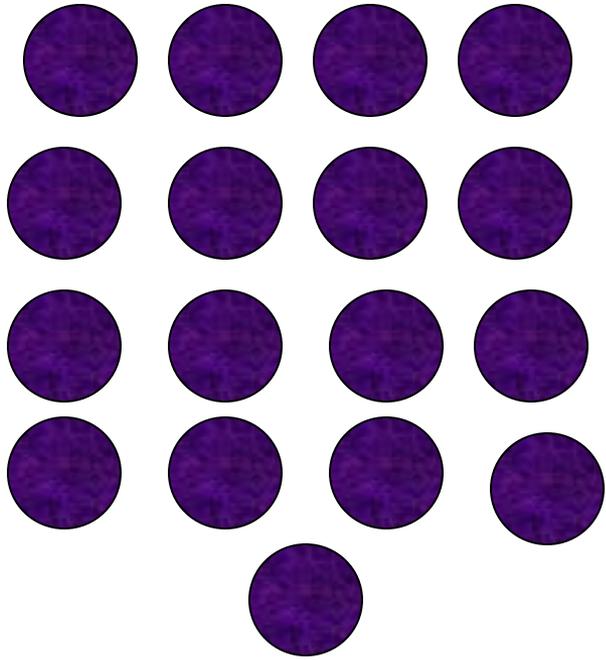


Decidi velocemente:
Che lato ne ha di più?









Numeri piccoli e neonati

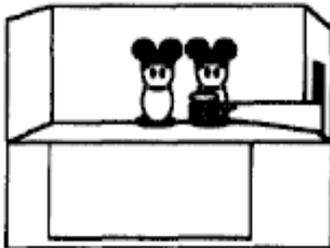
Wynn 1998:

❁ Paradigma di preferential looking. Osservano più a lungo la situazione “impossibile”: riescono a **sottrarre** con precisione.

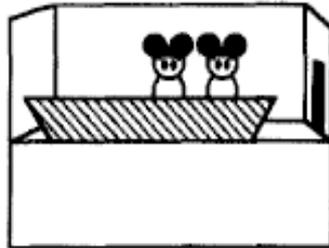
B

Sequence of events: $2-1 = 1$ or 2

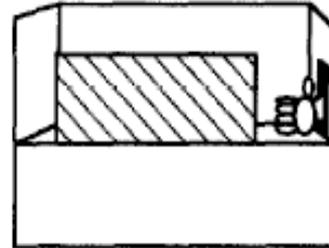
1 Objects placed in case



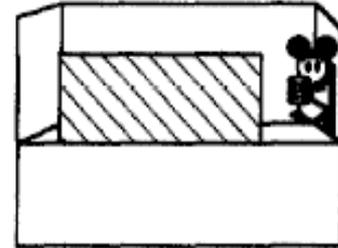
2 Screen comes up



3 Empty hand enters

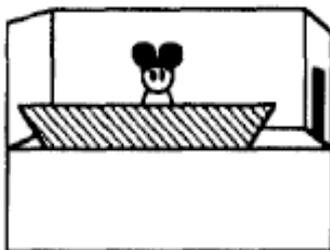


4 One object removed

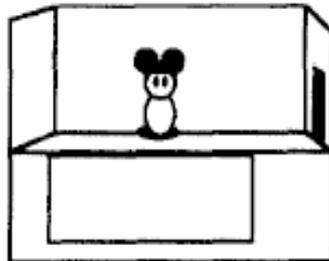


Then either: (a) Possible outcome

5 Screen drops ...

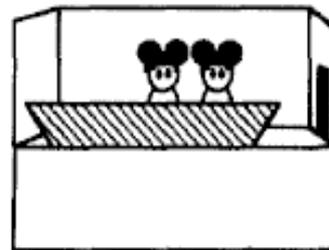


6 Revealing 1 object

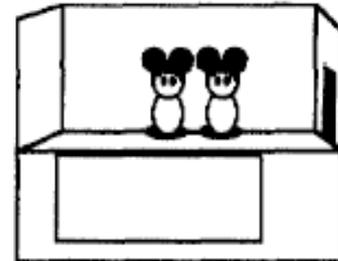


Or: (b) Impossible outcome

5 Screen drops ...

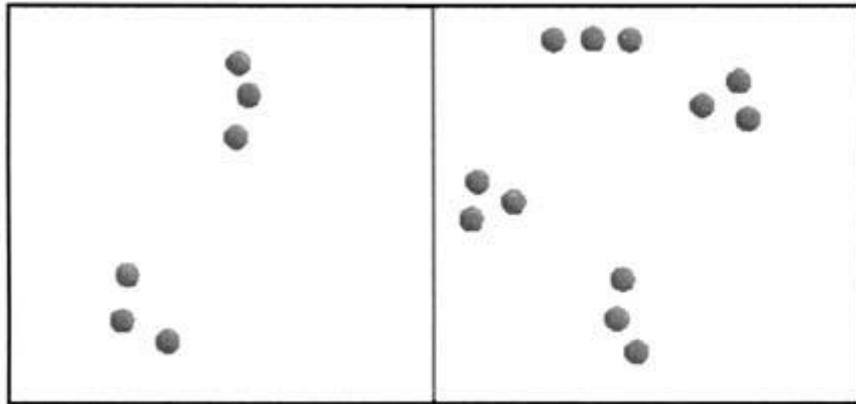


6 Revealing 2 objects

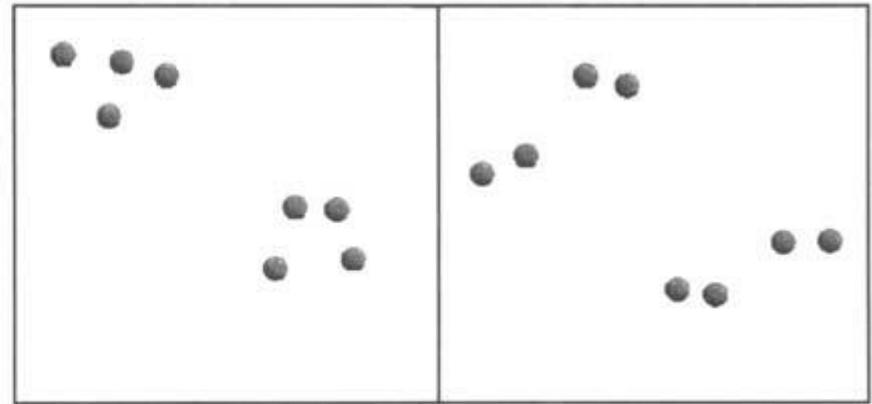


Numeri e linguaggio - studi su bambini

- Neonati di 5 mesi
- Abituazione a video con 2/4 triadi di punti che si muovono
- Dopo l'abituazione, 2 tipi di test trials: 2 collezioni di 4 oggetti ciascuna, o 4 collezioni di 2 oggetti ciascuna.
- I bambini abituati alle 2 collezioni guardano più a lungo le 4 collezioni, viceversa I bambini abituati alle 4 collezioni
- Bambini molti piccoli si formano rappresentazioni numeriche precise



Sample Frames from Habituation Movies



Sample Frames from Test Movies

Wynn, Bloom, Chiang 2002

Numeri piccoli e neonati

- ❖ Bambini di età **prelinguistica**: possiedono un sistema per magnitudini **numeriche approssimate** – ma anche **altre specie** (piccioni, ratti, pesci, altri primati)
- ❖ Scimmie rhesus: si rappresentano I numeri tra 1-3 in modo spontaneo (Sulkowski & Hauser, 2001)

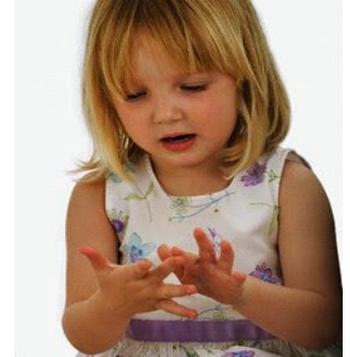


Numeri e linguaggio - studi su bambini

- Bambini USA di 2 anni –
- Per determinare la conoscenza dei numeri nei bambini: Lo sperimentatore porta un pupazzo (es. Leone), un piattino, e 15 giochini di gomma (es. Banane giocattolo). “In this game, you’re going to give something to the lion, like this [experimenter pantomimes putting an item on the plate and sliding it over to the lion]. I’m going to tell you what to give him.” “Can you give the lion TWO bananas?”
- Woodcock-Johnson Picture Vocabulary Test: denominare immagini di oggetti; Peabody Picture Vocabulary Test per conoscenza passiva
- Correlazione tra **conoscenza del vocabolario attivo e passivo/conoscenza dei numeri**, indipendente dall’età.



Numeri e linguaggio - studi su bambini



- Negen & Sarnecka (2010):
- Istruzioni:
- “Now we’re going to play a **copying** game. I will give something to the ant eater...(lo sperimentatore mette alcuni items nel suo piatto, per il suo pupazzo)...and you give something to the bunny. You copy me and make your plate look *just like mine*.”
- “Now we’re going to play a **remembering** game. I will give something to the bunny...(lo sperimentatore dimostra)...and you try to remember what I gave the bunny. (lo sperimentatore rimette gli items nel contenitore.) You give the bunny something and try to make yours *just like mine* was.”
- Risultati: I bambini che possiedono **più parole per i numeri** riescono meglio sia nel compito di **replica che di ricordo**. La performance migliora anche per i numeri per cui i bambini non hanno ancora parole.
- Quindi: il **linguaggio dei numeri facilita la comprensione e il ricordo** dei numeri **anche in compiti non verbali**.

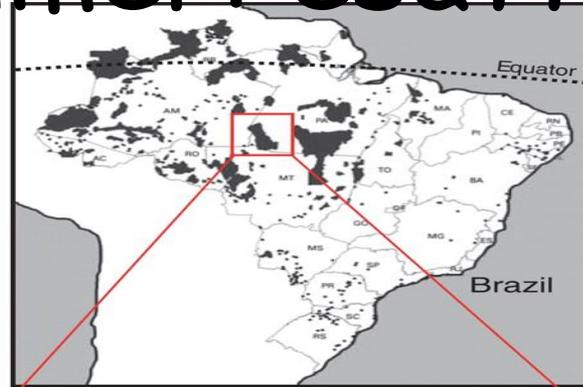
Numeri e linguaggio

- ✿ In molte lingue, esiste un **sistema di numeri esatti** che fornisce nomi per quantità di ogni grandezza:
es. 1, 2, 3.....567, 468, 469...
- ✿ Questo sistema combina i due sistemi numerici
- ✿ Supporto sperimentale: Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu, and Tsivkin. (1999): fMRI: il compito di numerazione esatta recluta reti neurali associate con **l'elaborazione linguistica**.
- ✿ Altro modo per testare il ruolo del linguaggio: guardare la cognizione numerica di persone le cui **lingue non** possiedono un **sistema di numeri esatti**

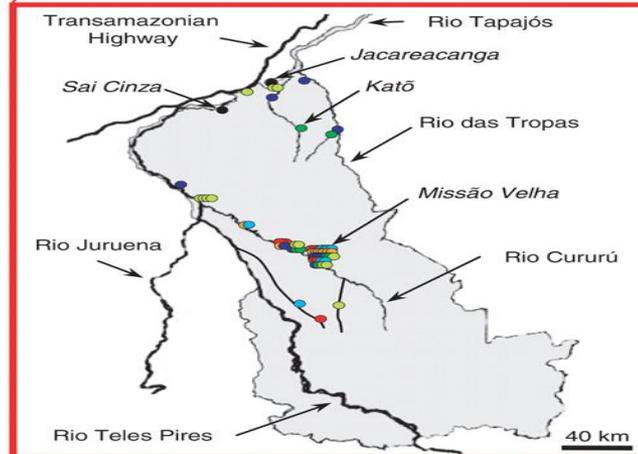


Lingue senza un sistema di numeri esatti

Pica, Lemer, Izard & Dehaene (2004):
parlanti del
Munduruku, Brasile:
hanno **numeri esatti**
solo per **1-5**.



Mundurukú main territory



Adults	Children	
● n=9 (55.5 y)	● n=9 (4.7 y)	Monolingual, no instruction
● n=10 (59.3 y)	● n=7 (8.6 y)	Bilingual, no instruction
● n=7 (38.7 y)	● n=13 (9.6 y)	Monolingual, with instruction
		Bilingual, with instruction

Pierre Pica et al. *Science* 2004;306:499-503



Fig. 1. Location of indigene territories of Brazil (top) and of the main Mundurukú territory where our research was conducted (bottom).

Lingue senza un sistema di numeri esatti

Compito:
denominare la
quantità di 1-16
punti in ordine
random. Per i
numeri
superiori a 5,
molte locuzioni
strane e poco
frequenti (es.
“tutte le mie
dita”). Non
hanno una
routine legata al
contare.

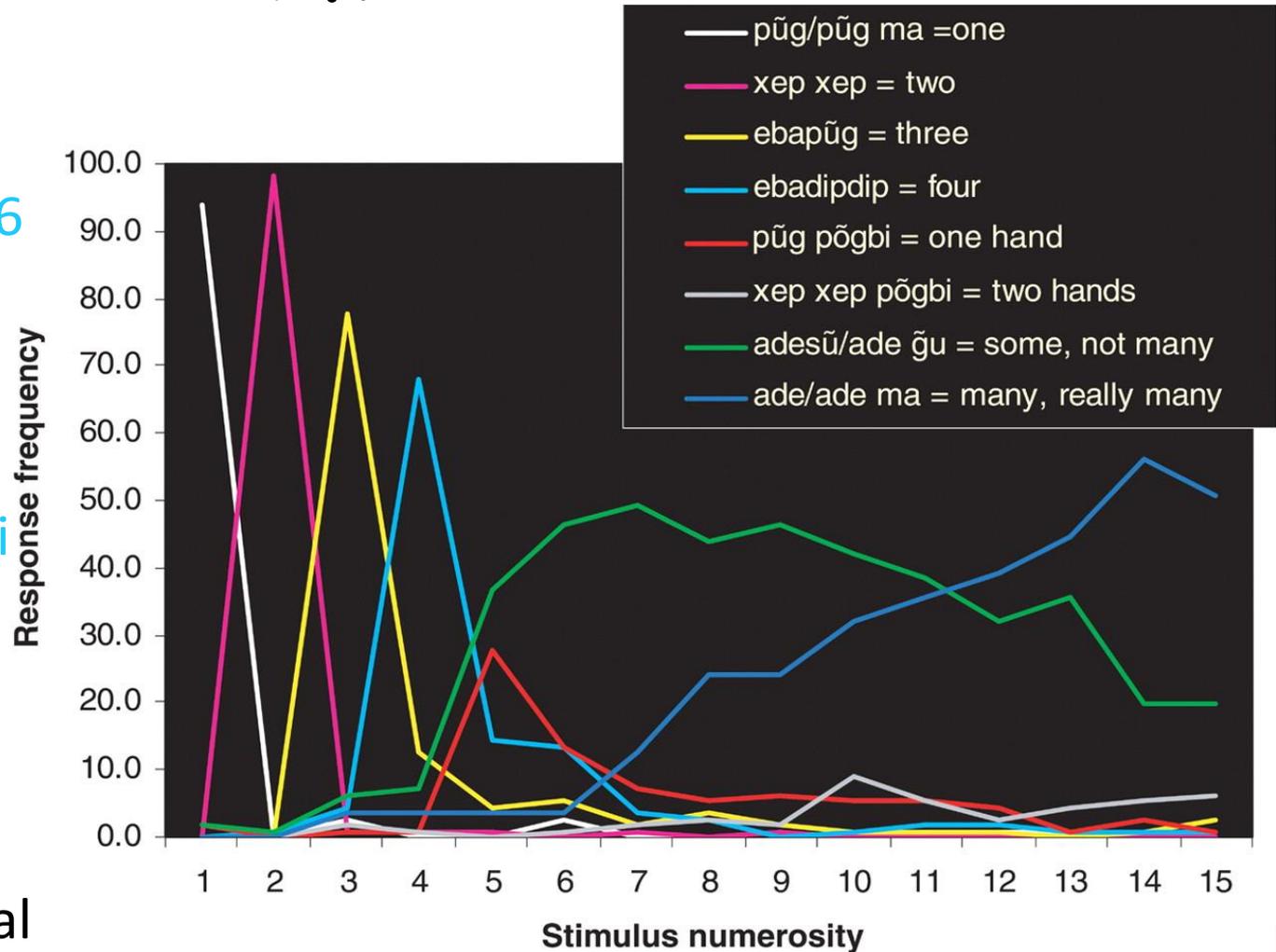


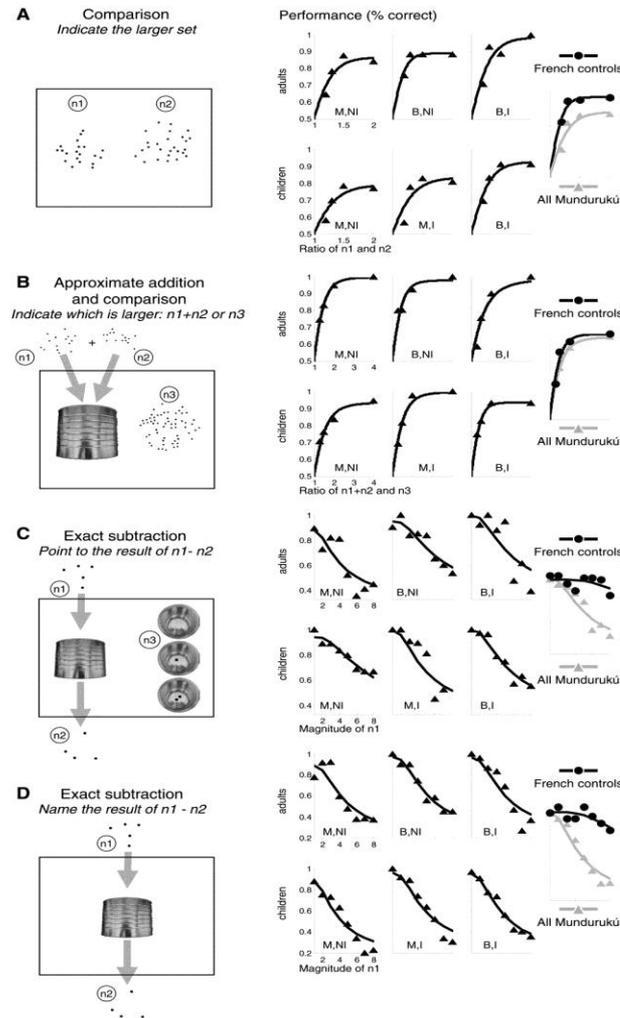
Fig. 2. Number naming in Mundurukú.

Lingue senza un sistema di numeri esatti

M = monolingui,
B = bilingui, NI =
no istruzioni, I =
istruzioni

A: confrontano 2
gruppi con
numero
variabile da 20 a
80 punti.

I francesi sono più
veloci, ma tutti
riescono nel
confronto.



B: animazioni con
due gruppi di punti
inseriti in un
contenitore;
decidere se più
grande $n1+n2$
oppure $n3$
Performance di tutti
superiore alla
baseline

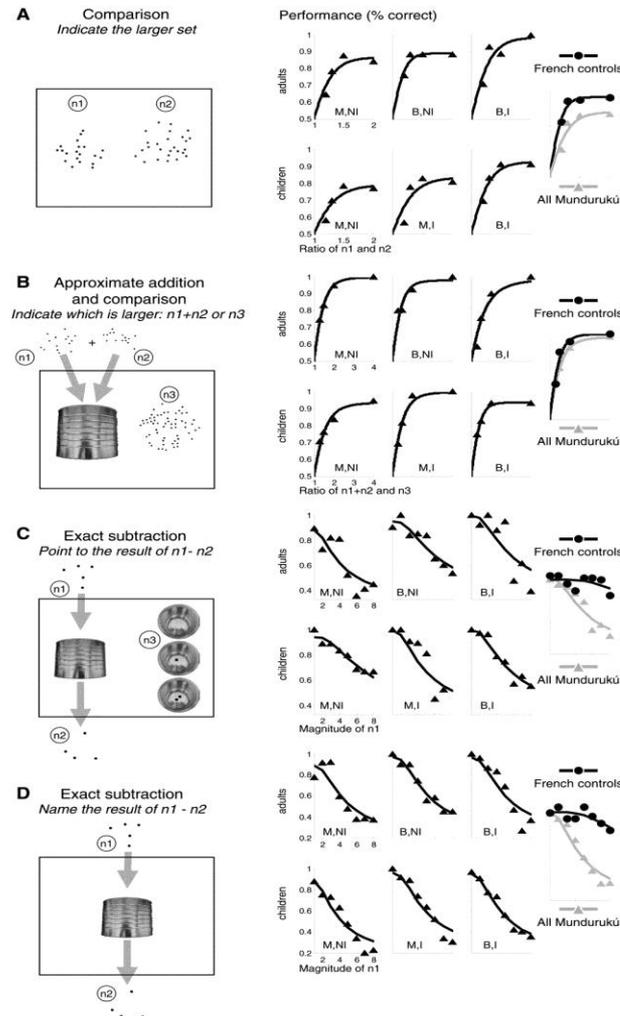
Fig. 3. Performance in four tasks of elementary arithmetic.

Pierre Pica et al. Science 2004;306:499-503

Lingue senza un sistema di numeri esatti

M = monolingui, B = bilingui, NI = no istruzioni, I = istruzioni

- C, D: Viene chiesto di dire il risultato di una sottrazione da un gruppo iniziale di 1-8 punti. O indicano il risultato tra 3 alternative (C) o lo dicono a voce alta (D).



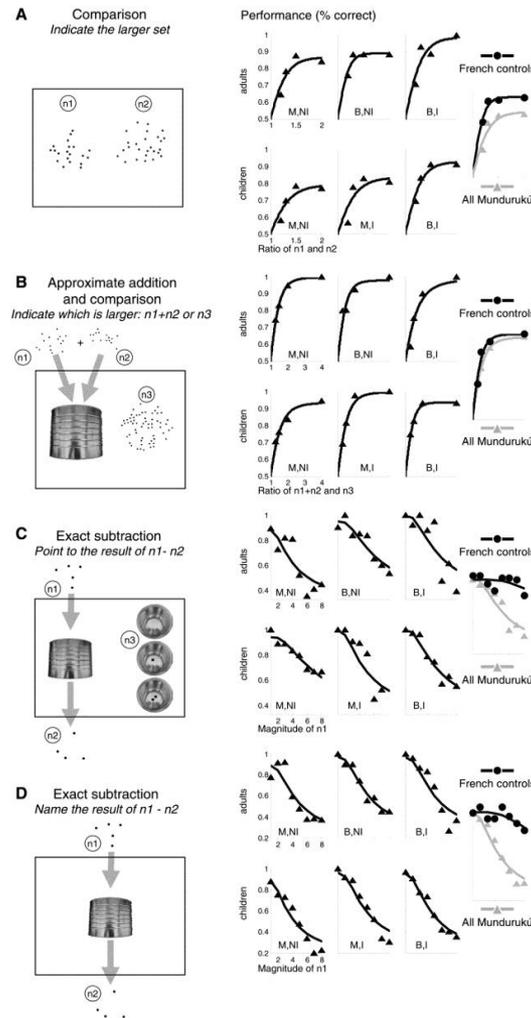
Calo drastico della performance all'aumentare dei numeri, anche se meno pronunciato nei bilingue

Fig. 3. Performance in four tasks of elementary arithmetic.

Pierre Pica et al. Science 2004;306:499-503

Lingue senza un sistema di numeri esatti

Quindi: Con le **quantità approssimative**, la loro performance **non differisce** dai controlli francesi. Riescono a rappresentarsi numeri ampi fino a 80 pur non possedendone il termine corrispondente.



Hanno anche capacità di addizione, sottrazione, confronto.

Quindi: sistema numerico indipendente dal linguaggio.

Ma **non sistema per apprendere numeri esatti oltre 3 e 4**: la lingua supporta la nostra capacità aritmetica.

Fig. 3. Performance in four tasks of elementary arithmetic.

Pierre Pica et al. Science 2004;306:499-503



Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

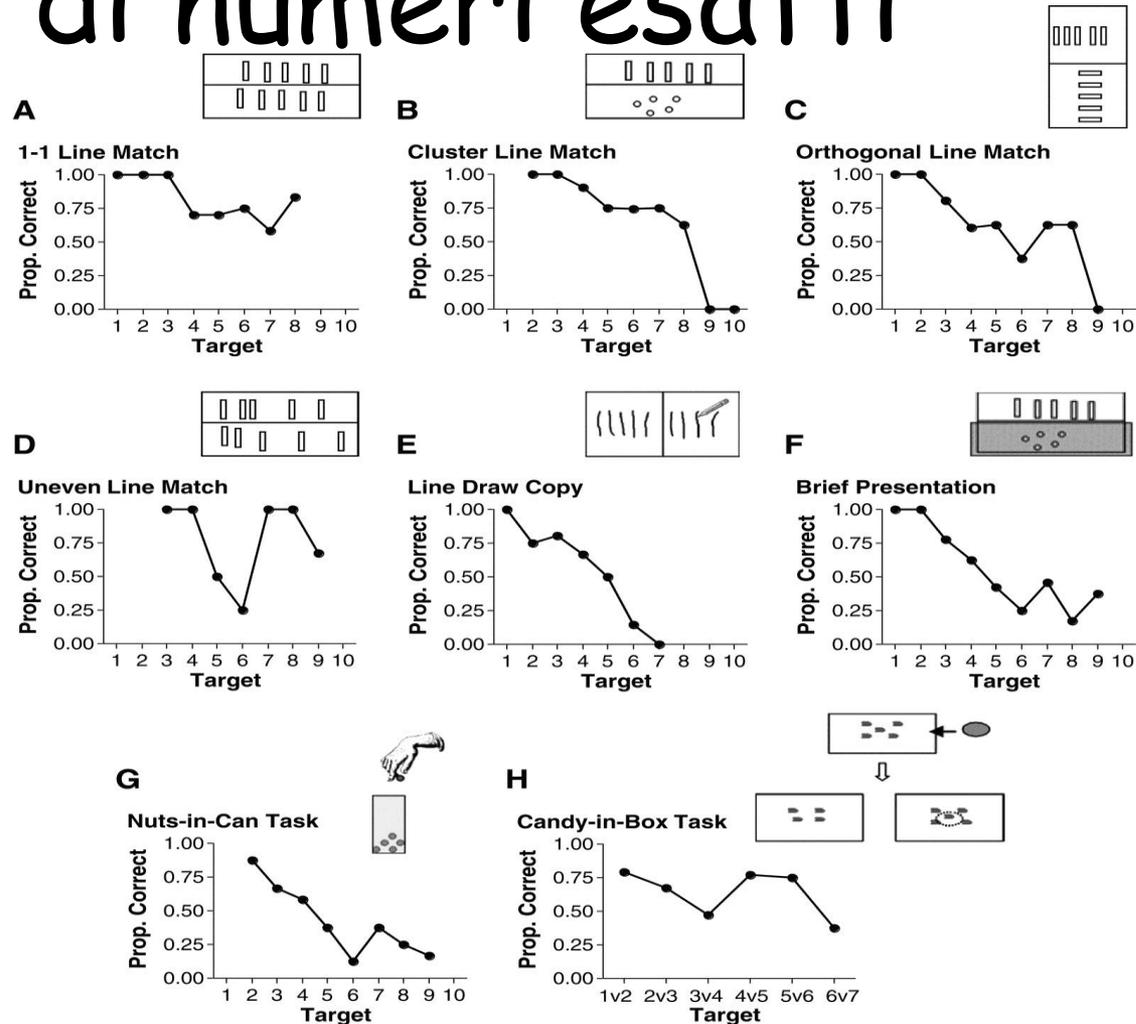


Fig. 1. Results of number tasks with Pirahã villagers (n = 7).

Peter Gordon Science 2004;306:496-499

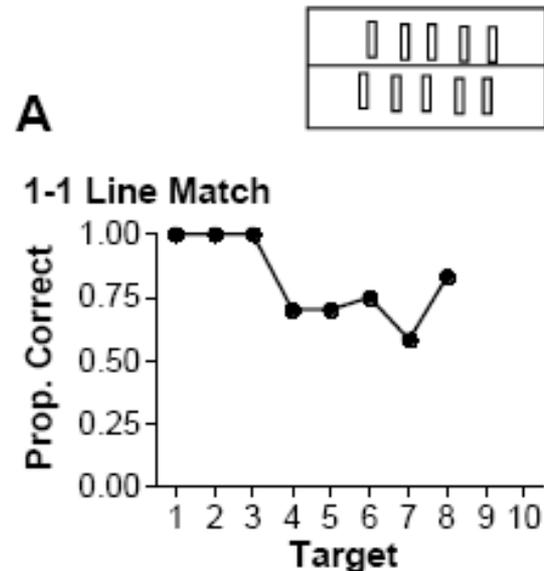


Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(**Brasile**):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Vedono batterie da un lato della
linea, e devono **allineare** altre
batterie dall'altro lato



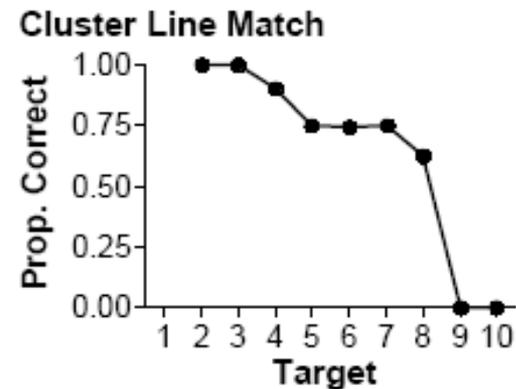
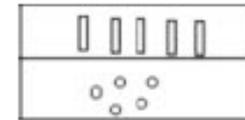
Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Vedono delle noci da un lato della
linea, e devono allineare batterie
dall'altro lato.

B



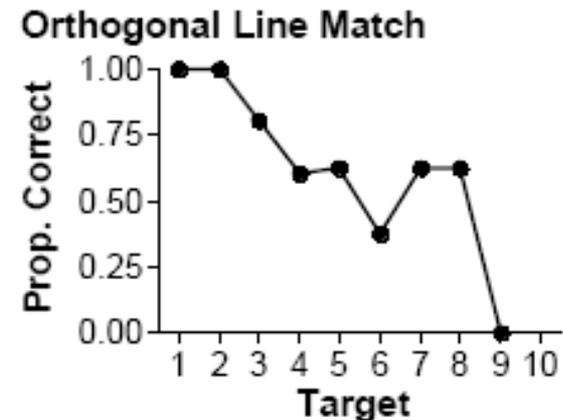
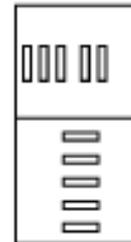
Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Vedono delle batterie in verticale
da un lato dalla linea, e devono
allinearle dall'altro lato.

C



Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

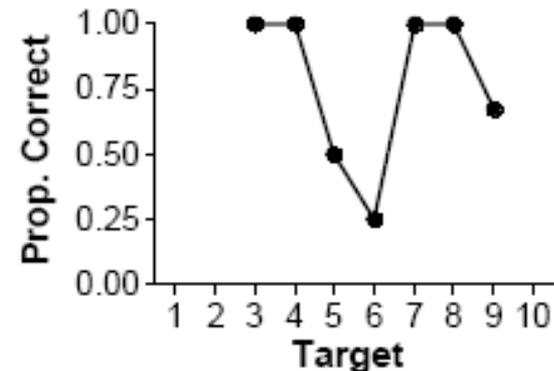
Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Vedono un numero dispari di
batterie da un lato, e viene
chiesto loro di allinare un numero
di batterie corrispondente
dall'altro lato

D



Uneven Line Match

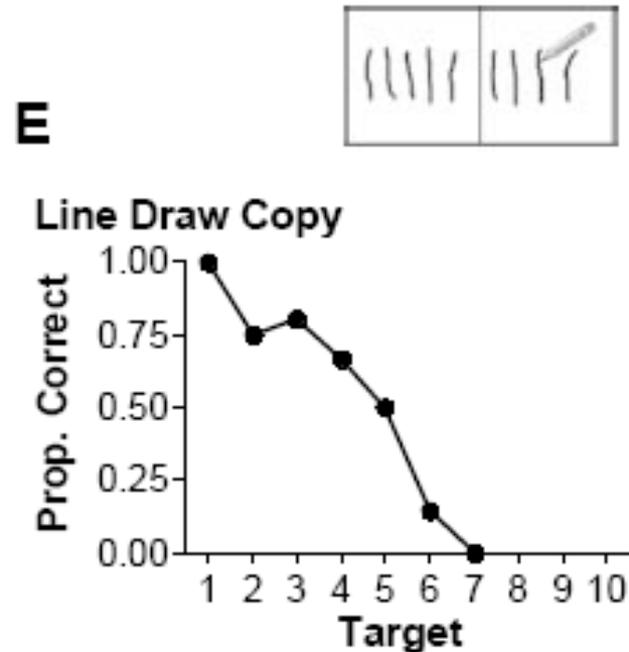


Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Vedono delle linee da un lato, e
viene loro chiesto di **copiare un
numero di linee corrispondente**
dall'altro lato



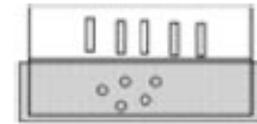
Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

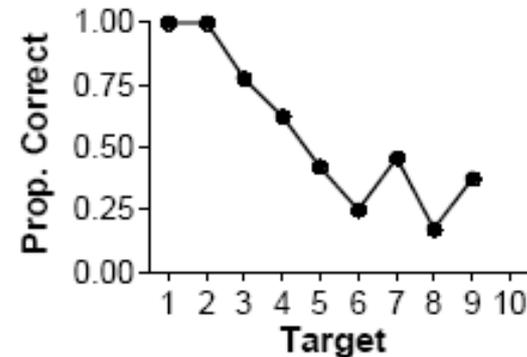
Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Viene loro mostrato un insieme di
noci da un lato per 1 secondo,
devono mettere un numero
corrispondente di batterie
dall'altro lato.

F



Brief Presentation

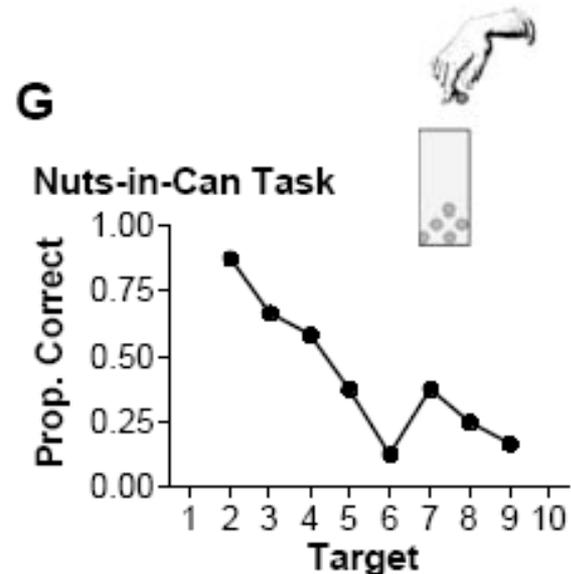


Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

Viene mostrato loro un insieme di noci, che poi vengono messe in un recipiente. Viene **tolta una noce per volta**, e si chiede loro ogni volta se il recipiente è vuoto.

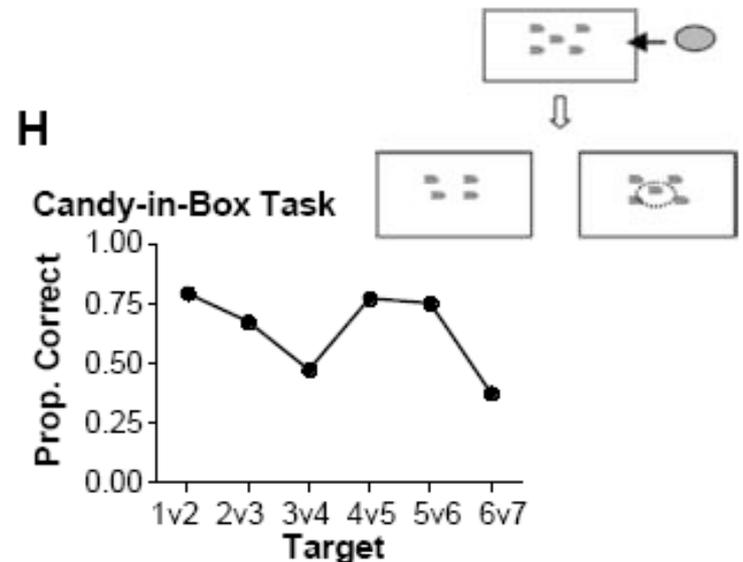


Lingue senza un sistema di numeri esatti

Gordon (2004):
parlanti del
Pirahã
(Brasile):
possiedono
parole solo
per
“uno/due” e
“molti”.

Sono cacciatori
e raccoglitori,
200 persone
in 20 villaggi,
isolati

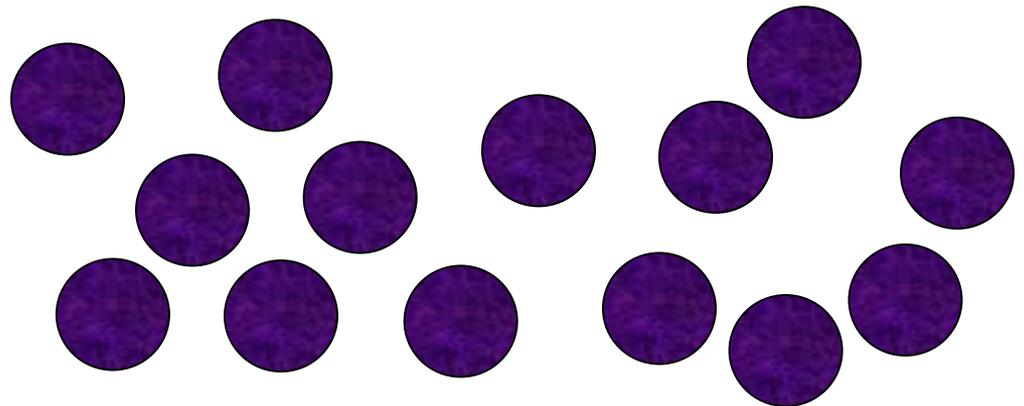
Una caramella viene posta in una scatola con un certo numero di pesci disegnati. Poi la scatola viene nascosta. Poi la scatola viene mostrata di nuovo con un'altra scatola in cui è disegnato **un pesce in più o in meno**. Viene chiesto loro in quale scatola c'è la caramella.



Lingue senza un sistema di numeri esatti

“Reports of subjects who appear indifferent to exact numerical quality even for small numbers, and who also do not count verbally, add weight to the idea that **learning a communicable number notation with exact numerical reference may play a role in the emergence of a fully formed conception of number.**” Gelman & Gallistel (2004)
“Language and the Origin of Numerical Concepts”

Non possedere parole per i grandi numeri esatti può equivalere a non possedere una rappresentazione per i grandi numeri esatti.



Lingue dei segni senza un sistema di numeri esatti

• Home-signers del Nicaragua: individui privi di segni per designare numeri esatti ma in una cultura che possiede i numerali.

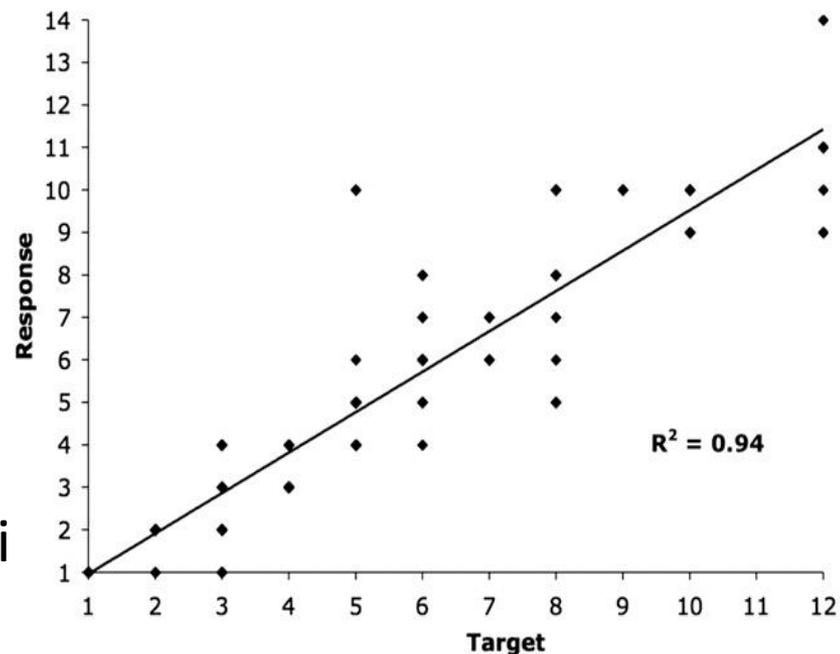
• Chiedono di ripetere storie.

Es. 10 pecore: estende 9 dita.

Figura: numero di dita che estendono (asse y) in funzione del numero di oggetti effettivamente presenti nella storia (asse x).

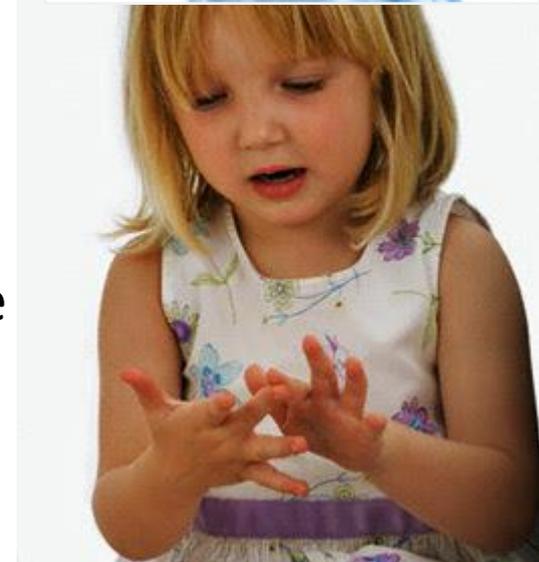
• Match-to-sample: Dire esattamente i Numeri: Nonostante usino le dita, non riescono a contare con precisione oltre il 4

Spaepen, Coppola, Spelke, Carey, & Goldin-Meadow, PNAS (2011)



Indice: cognizione numerica

- ✿ Sistemi di cognizione numerica
- ✿ Subitizing
- ✿ Numeri e neonati
- ✿ Lingue e sistema numerico
- ✿ Numeri e spazio: mental number line
- ✿ Numeri e grasping/tipo di presa
- ✿ Numeri e affordance
- ✿ Finger counting
- ✿ Contare e muoversi nello spazio
 - ✿ Alto-basso: ascensore e scale
 - ✿ Destra-sin: camminare, sedia a rotelle
 - ✿ Circolare: camminare, sedia a rotelle



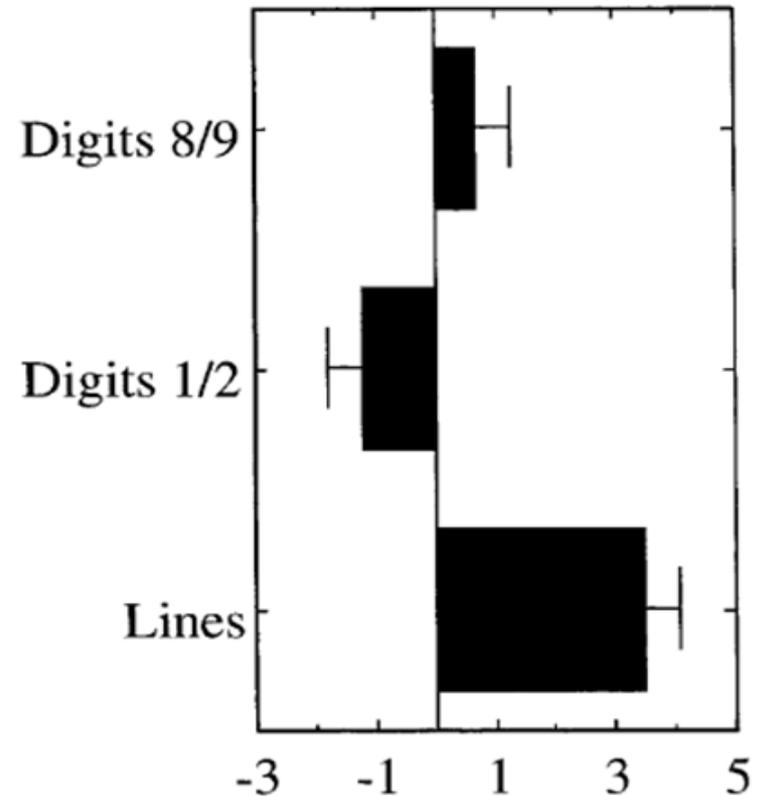
Numeri e spazio: mental number line

- Compito di **bisezione di linee**: bisecare la linea al centro
- I numeri orientano l'attenzione: numeri più piccoli: più a sinistra
- Possibile problema: **linee dissimili sul piano visivo**



Figure 1. Stimulus page for experiment 1.

Fischer, 2001



Bisection Error (mm)

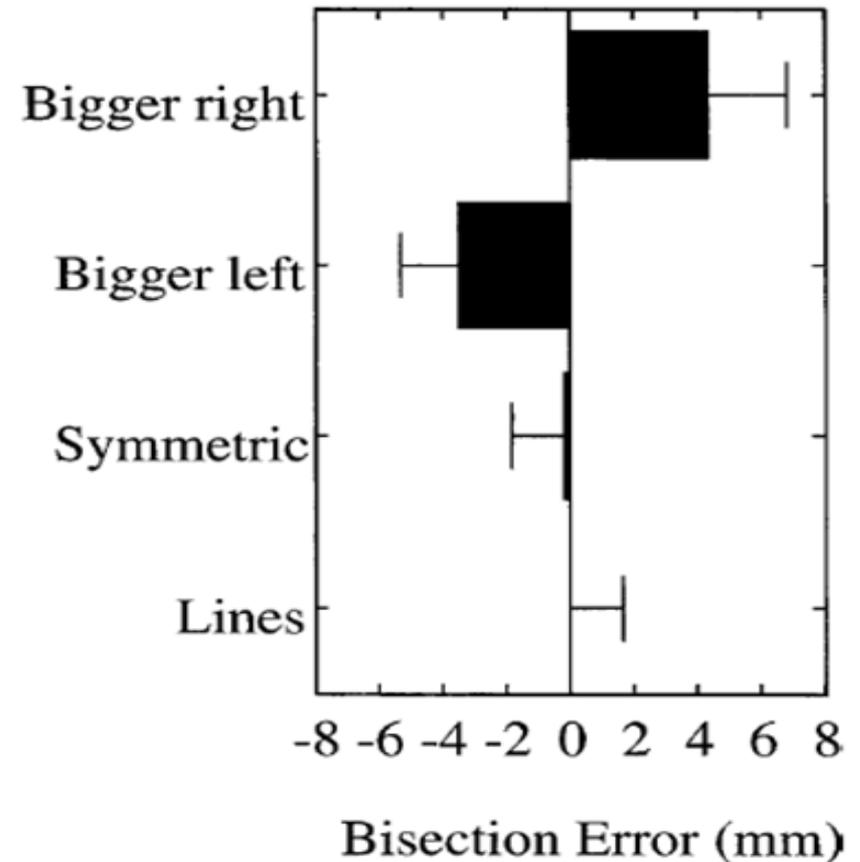
Numeri e spazio: mental number line

- Compito di bisezione di linee: bisecare la linea al **centro**
- Bisezione di linee **non più visivamente dissimili**

• 1.....1

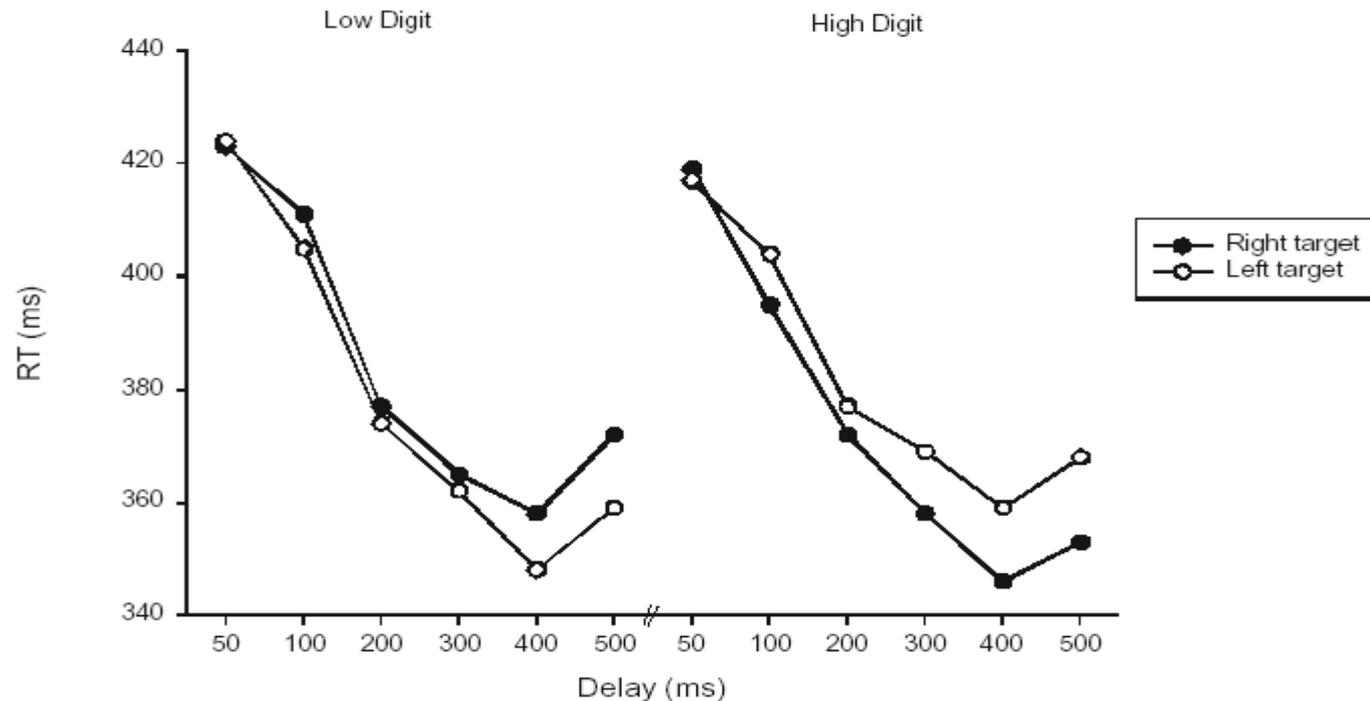
• 9.....9

• 1.....2



Numeri e spazio: mental number line

- Compito di **detezione**: premere la barra quando appare il target (dx, sin).
- Risultati: **oltre 300 ms**, I cerchietti nel campo visivo di **sinistra** sono rilevati più velocemente se predeuti da numeri **piccoli**, a **destra** se da numeri **grandi**.



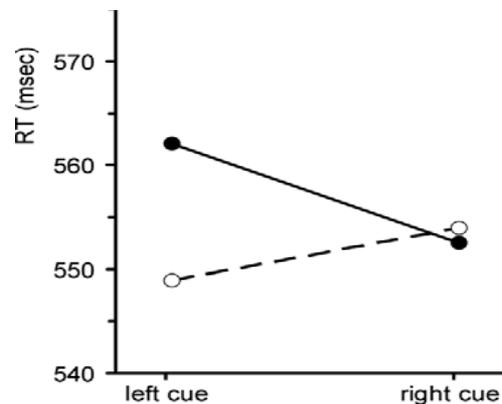
Numeri e spazio: mental number line

- Compito verbale: E1 giudizio di confronto tra numeri: dire TI se inferiore a 5, TO se numero superiore a 5 (per evitare lateralizzazione effettori). E2: giudizio di parità (TI se pari, TO se dispari)
- Manipolano la comparsa del prime (forward, backward)
- Con target piccolo, RT più veloci con cue a sinistra, con target grande a destra. Effetto con backward prime, non con forward prime

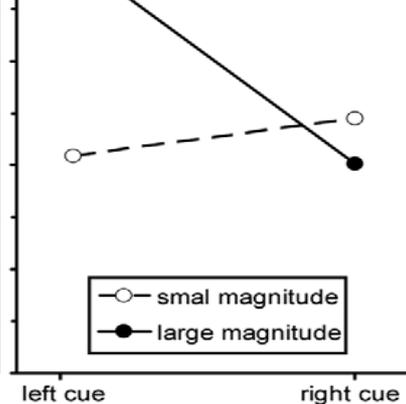
Magnitude Cue onset relative to target

	Shortly-before		After	
	Left	Right	Left	Right
Small	537	534	549	554
Large	540	541	562	552

Experiment 1



Experiment 2



Stoianov et al., 2008

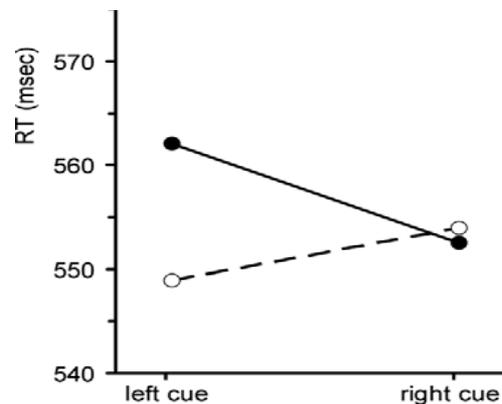
Numeri e spazio: mental number line

- Compito verbale: E1 giudizio di confronto tra numeri: dire TI se inferiore a 5, TO se numero superiore a 5 (per evitare lateralizzazione effettori). E2: giudizio di parità (TI se pari, TO se dispari)
- Manipolano la comparsa del prime (forward, backward)
- Con target piccolo, RT più veloci con cue a sinistra, con target grande a destra. Effetto con backward prime, non con forward prime

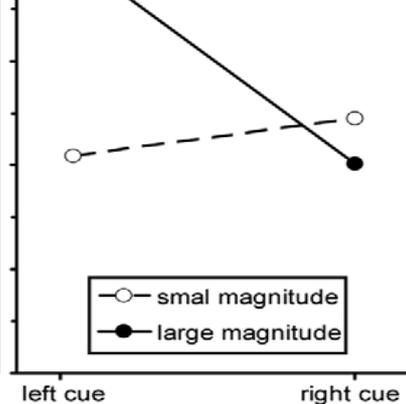
Magnitude Cue onset relative to target

	Shortly-before		After	
	Left	Right	Left	Right
Small	537	534	549	554
Large	540	541	562	552

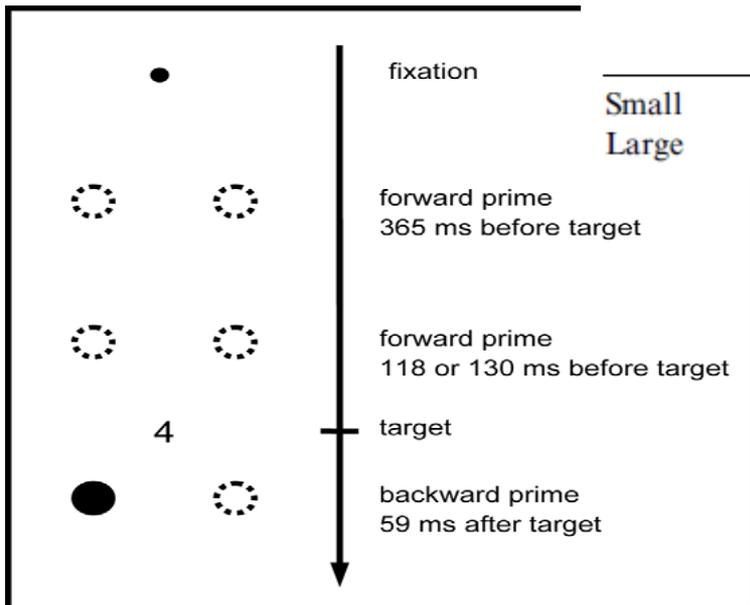
Experiment 1



Experiment 2

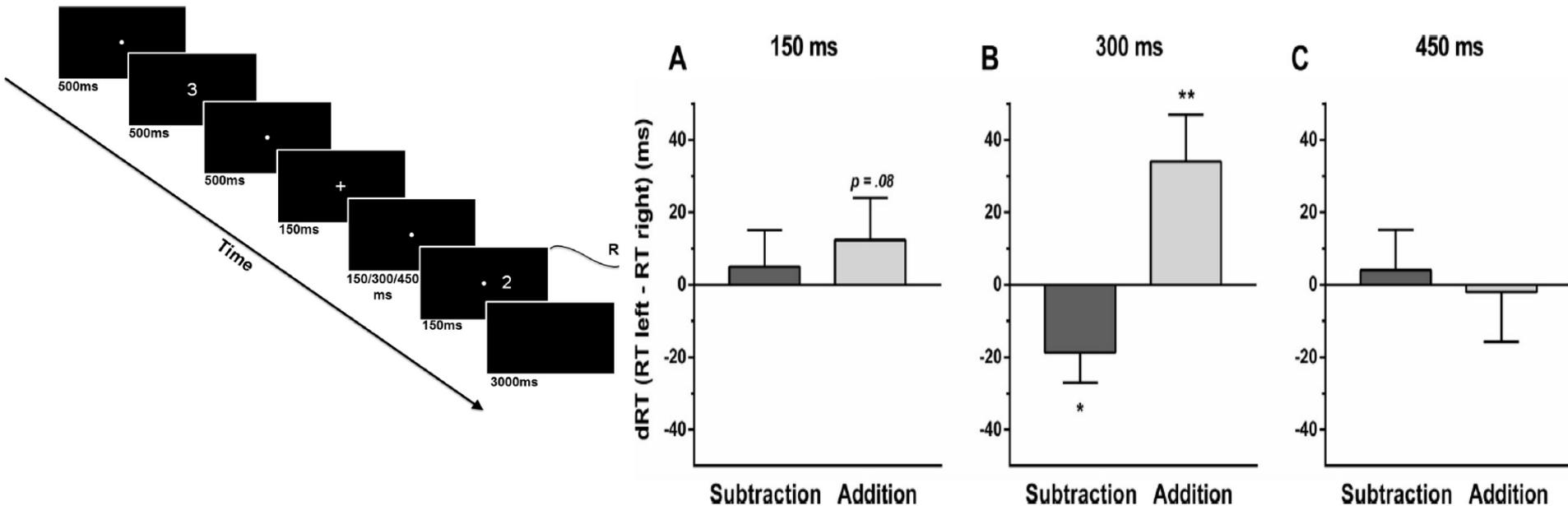


Stoianov et al., 2008



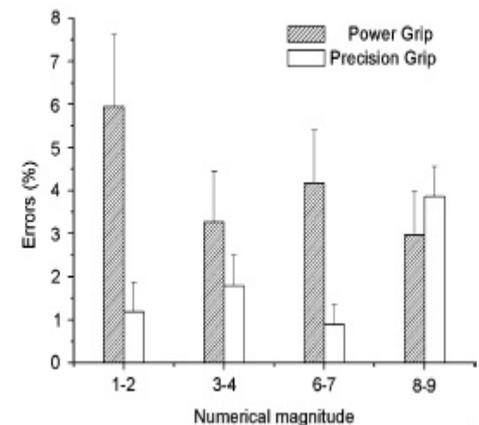
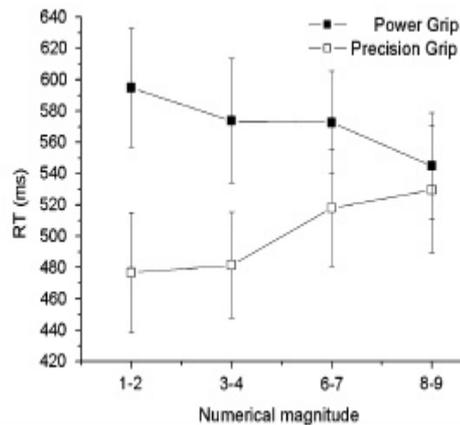
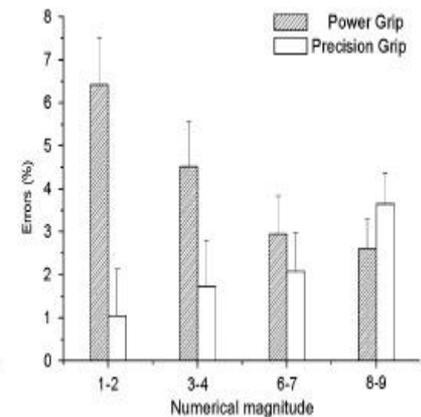
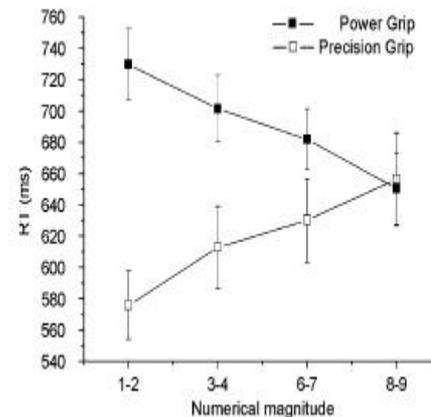
Numeri e spazio: mental number line

- Compito: eseguire addizioni e sottrazioni; cifre presentate in sequenza, la prima centrale, la seconda a destra o sinistra
- Addizioni: risposte più veloci con il secondo numero a destra
- Sottrazioni: risposte più veloci con il secondo numero a sinistra
- Nessun effetto se il secondo numero è zero, nessun effetto per le moltiplicazioni.
- Quindi: compiere operazioni aritmetiche porta a movimenti orizzontali



Numeri e tipo di presa

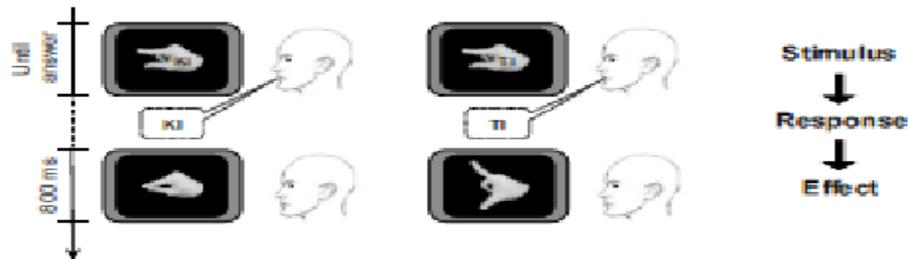
- ❁ E1: risposte di precision/power grip (joystick): valutare se si tratta di numeri pari vs. dispari
- ❁ E2: valutare il colore del numero
- ❁ Risultati effetto di compatibilità tra tipo di presa e numero



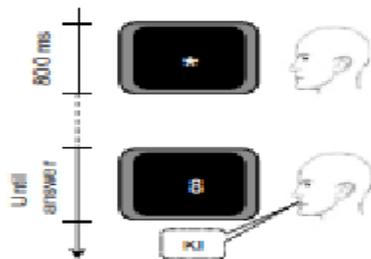
Numeri e tipo di presa

- E1: fase di learning: I partecipanti leggono sillabe seguite da movimenti di apertura e chiusura delle dita.
- Fase di transfer: nominano queste sillabe in risposta a numeri piccoli e grandi

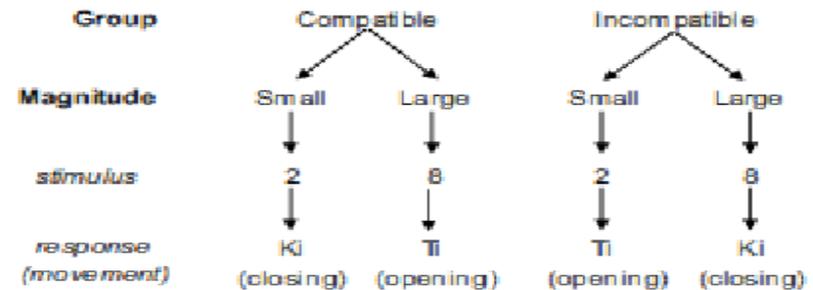
(a) Learning



(b) Transfer

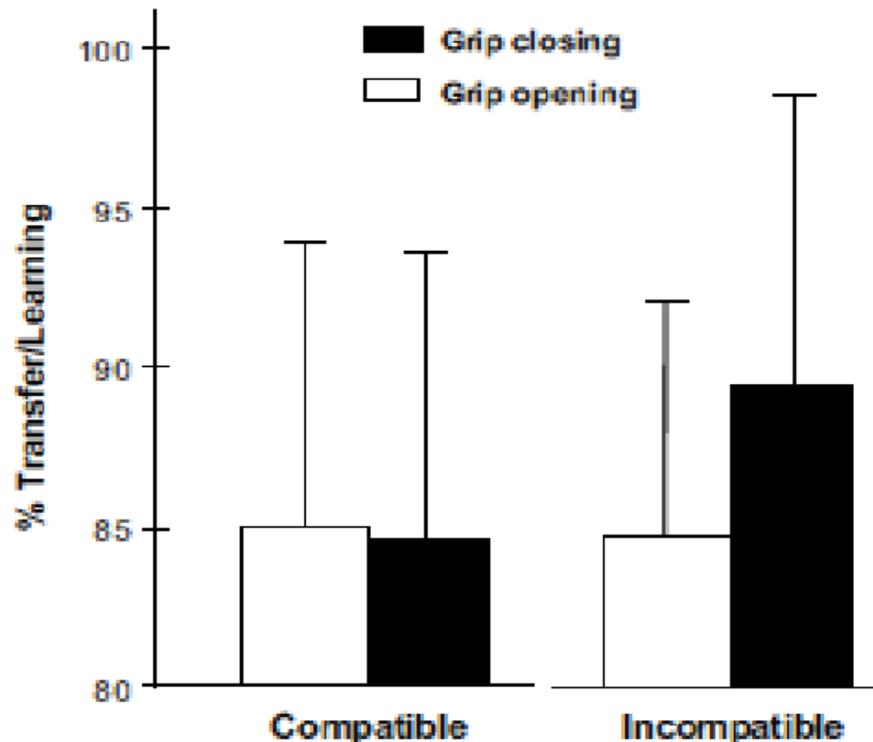


(c)



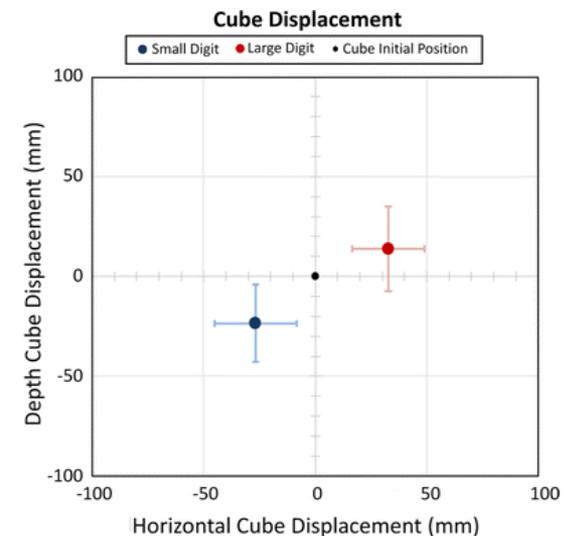
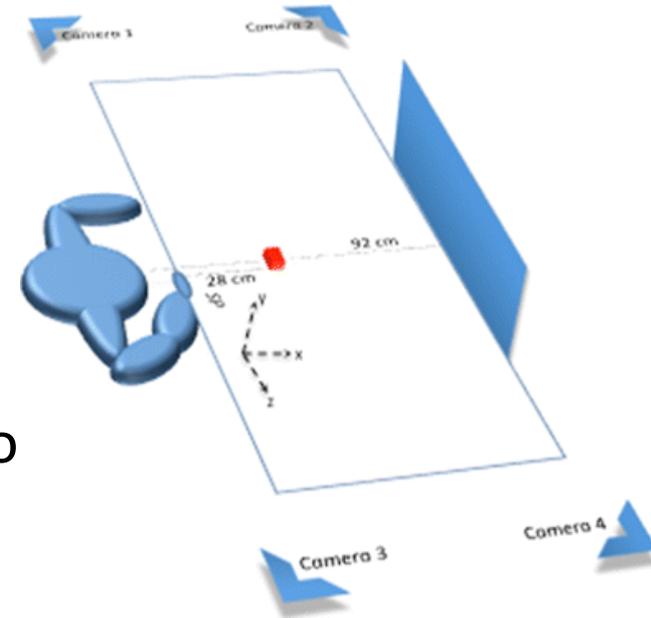
Numeri e tipo di presa

- Risultati: effetto di compatibilità: rispondere ad un numero grande durante il transfer è più lento se associato ad una sillaba legata al grip closing durante il training.



Numeri e tipo di presa

- Studio di cinematica
- Ai partecipanti viene presentato un numero (1-9, senza 5) e devono decidere se è superiore o inferiore a 5.
- Devono afferrare un cubo e spostarlo dicendo “più alto” o “più basso”
- Durante le prime fasi del movimento di afferramento, la presa è modulata dalla grandezza numerica: presa più grande per numeri più grandi.
- Con i numeri piccoli tendono a spostare il cubo più a sinistra, e più vicino a sé
- Quindi: legame tra tipo di presa, spazio e numeri

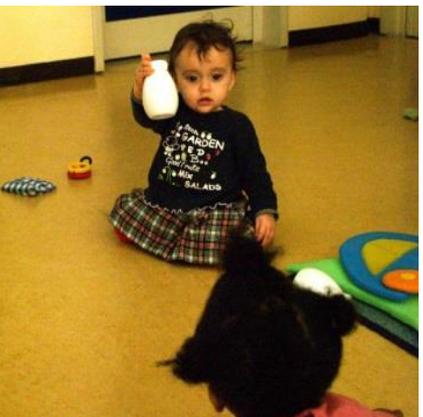


Numeri e affordance

- **Affordance**, opportunità di azione che l'ambiente ci offre (Gibson, 1979).

- Che succede quando vediamo e contiamo oggetti?

- Le affordance degli oggetti influenzano l'elaborazione numerica? L'elaborazione numerica influenza la percezione di affordance?



Numeri e affordance

- ☀ **Stimoli:** Oggetti afferrabili o no, grandi e piccoli.
- ☀ **Compito:** ricordare e ripetere a voce alto il numero pari o dispari di una coppia, che precede o segue un oggetto, a seconda che l'oggetto fosse afferrabile o no (paradigma simile: Badets & Pesenti, 2010): es. Ripeti il numero dispari se oggetto afferrabile

Graspable objects

Ungraspable objects



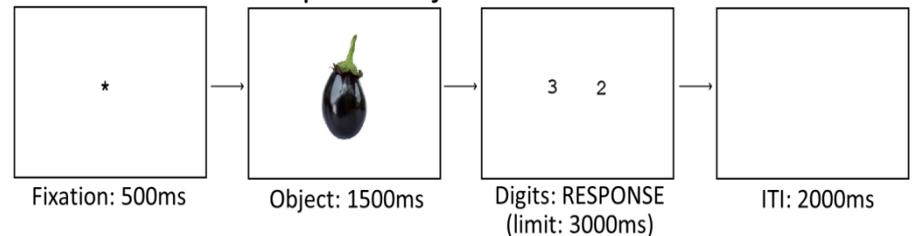
large objects



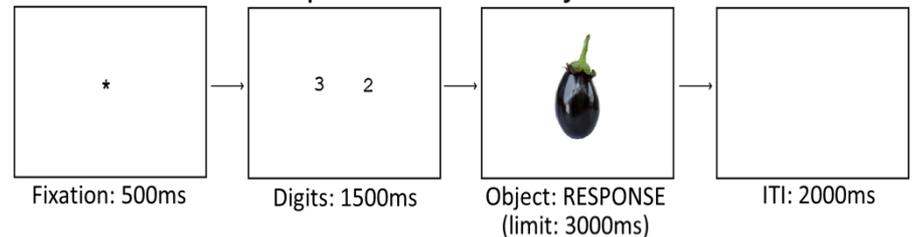
small objects



Example of object-number trial:

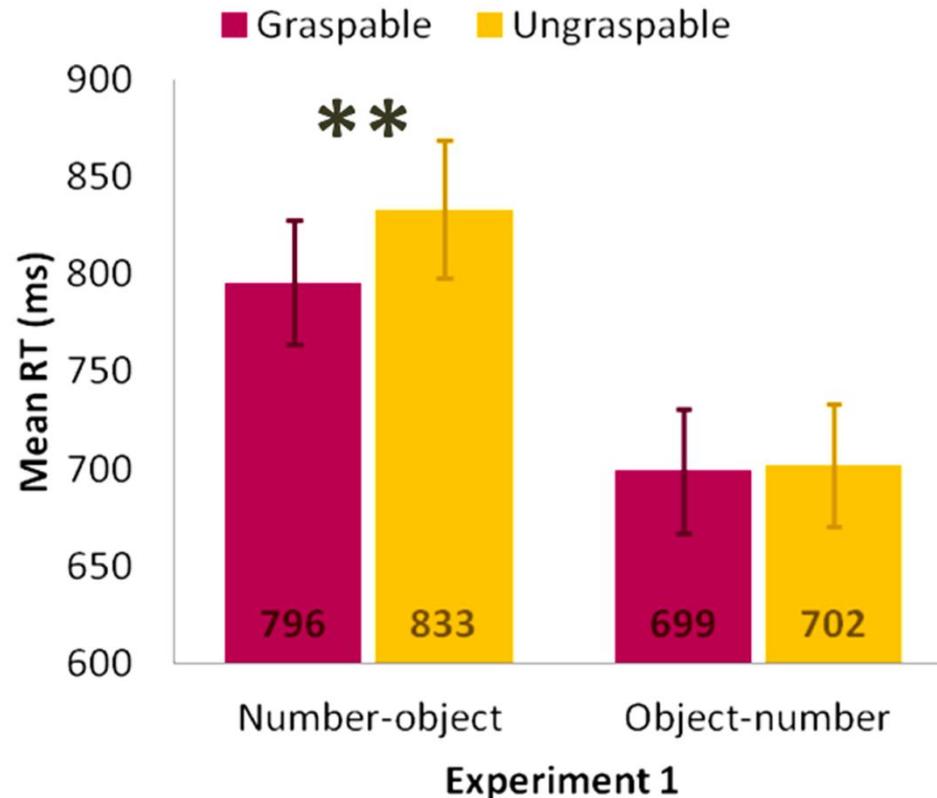


Example of number-object trial:



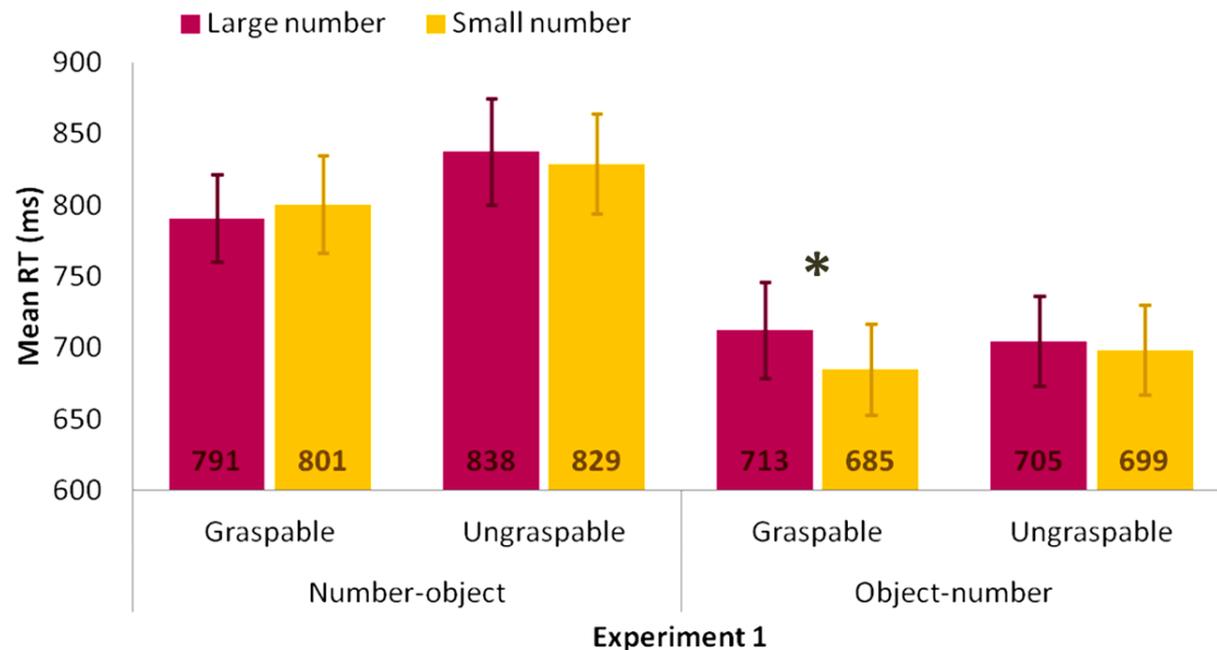
Numeri e affordance

- ☀ Numero-oggetto: Risposte più rapide per gli oggetti afferrabili che non afferrabili



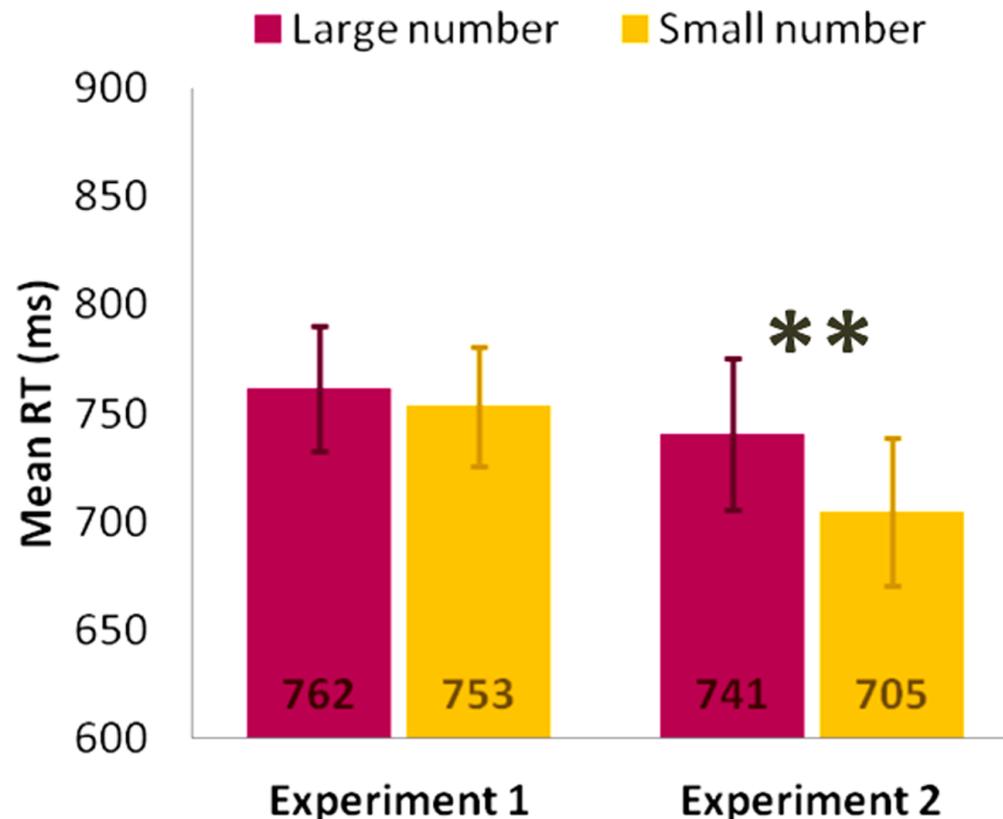
Numeri e affordance

- ☀️ Oggetto-numero: effetto di magnitudine numerica (risposte più rapide per i numeri piccoli che per i grandi) solo dopo gli oggetti afferrabili
- ☀️ Quindi: le affordance degli oggetti facilitano l'elaborazione dei numeri, e l'elaborazione dei numeri facilita le affordance



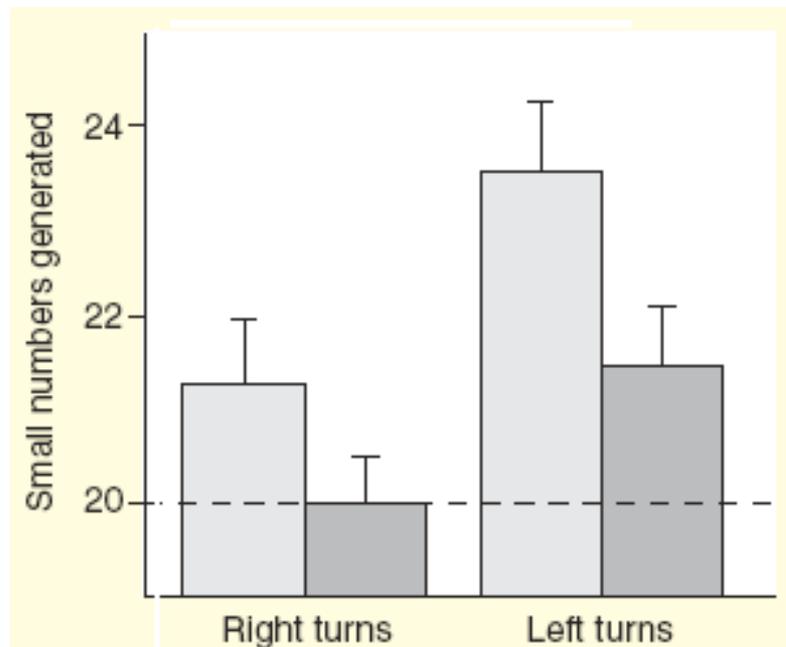
Numeri e affordance

- ☀ Effetti più forti in un secondo esperimento, in cui i partecipanti tengono una pallina in mano: effetto della magnitudine più marcato.



Numeri e spazio: postura

- Compito: random number generation
- Girando la testa a destra e sinistra (head turn)
- Risultato: Più numeri piccoli girando la testa a sinistra, più numeri grandi girando la testa a destra



Loetscher et al., 2008

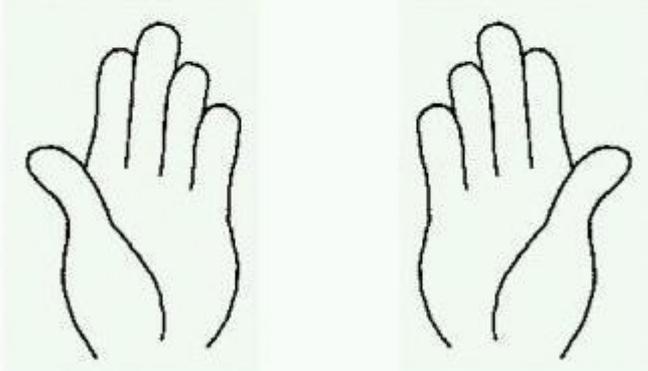
Numeri e finger counting

- ❁ Finger counting
- ❁ Different start (right, left) according to the language

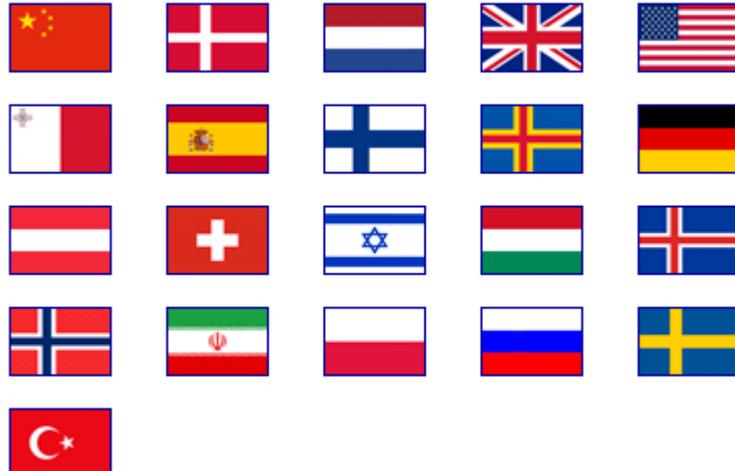
QUESTIONNAIRE

Thank you for volunteering your time for our research. This questionnaire is very simple and takes only about 2 minutes to complete.

Task 1: Imagine how you would count with your fingers from 1 to 10. Please write the numbers next to the corresponding fingers of the two hands below.



Finger Counting Questionnaire



The questionnaire is also available as *JAVA application* for lab experiments.
Contact: *Oliver Lindemann & Martin Fischer*

Occidentali e non: finger counting

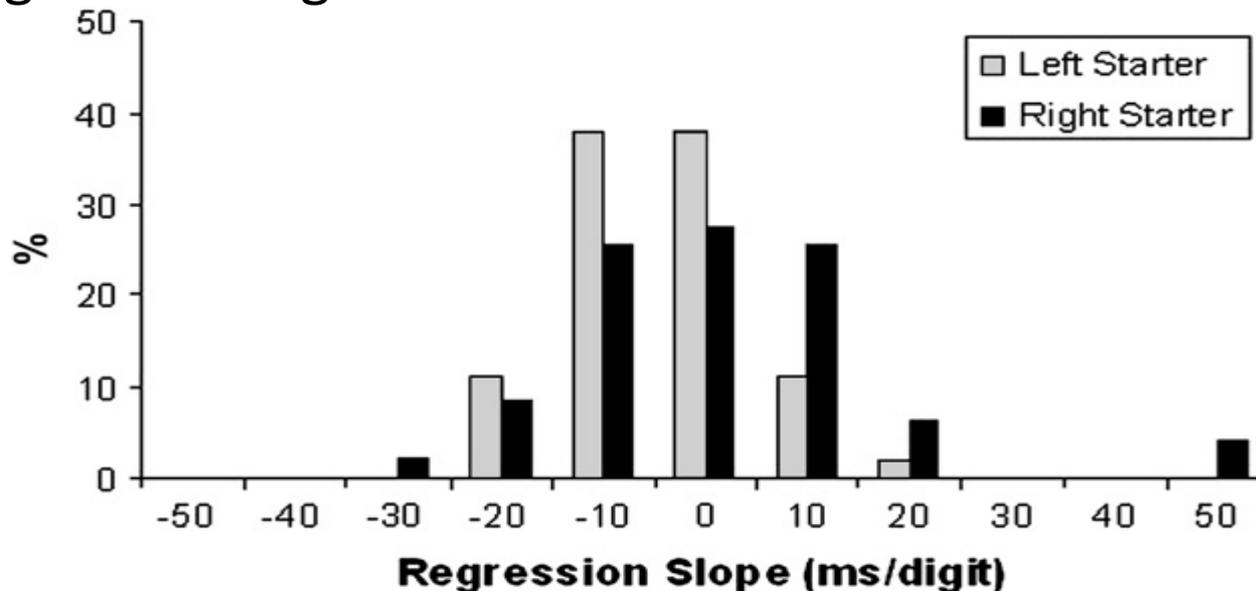
- 900 MedioOrientali (Iraniani) e Occidentali (Europei e Americani) – survey online spiegano come mappano numeri da 1 a 10 con le dita
- **Occidentali**: generalmente iniziano a **contare con la sinistra** (preferenza meno marcata in Italiani e Belgi, più forte nei paesi anglofoni) e associano 1 con il pollice
- **Mediorientali**: iniziano con la destra e associano 1 con il mignolo.
- **Diverse abitudini nel visual scanning**. Influenza anche sulla direzione di **scrittura**?
- USA UK CAN NED FIN GERM ITA BEL IRN



Lindemann, Alipour, Fischer, 2011

Effetto SNARC e finger counting

- Effetto SNARC: numeri piccoli a sinistra, grandi a destra -
- Modulato dalle abitudini di finger counting?
- Compito: classificare dei numeri come pari o dispari premendo due diversi tasti
- Left starters: effetto SNARC più pronunciato- le abitudini di finger counting contribuiscono all'effetto SNARC negli adulti

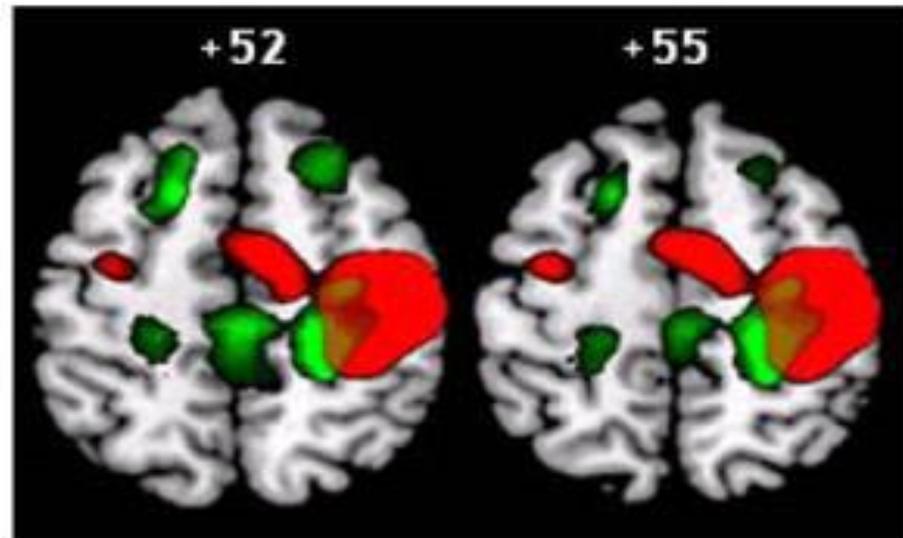


Fischer, 2008

Numeri e finger counting

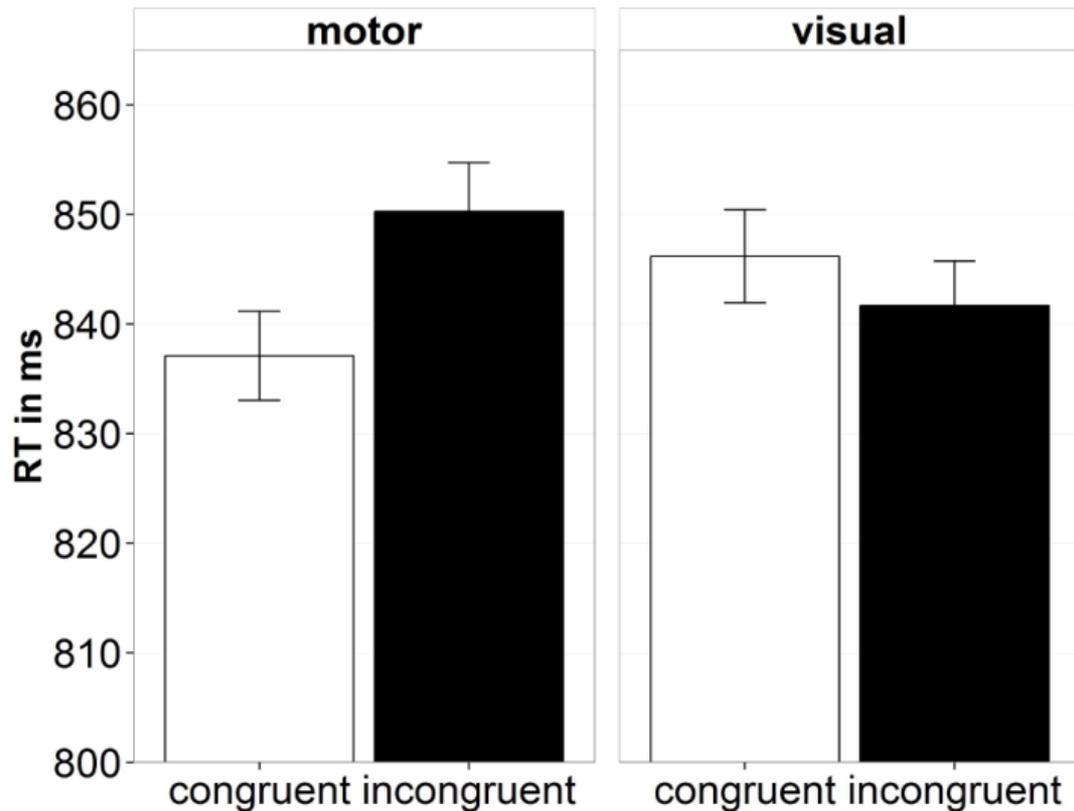
- FMRI: finger counting: presentano visivamente ad **adulti** con diverse abitudini di finger counting (left- vs. right-starters) numeri 1-9 e parole corrispondenti
- Rosso: localizer per le dita, attivazione media per ciascuna mano
- Verde: contrasto numero-nome del numero/baseline
- Quindi: il finger counting conta per la rappresentazione dei numeri negli adulti

A: Left Starters



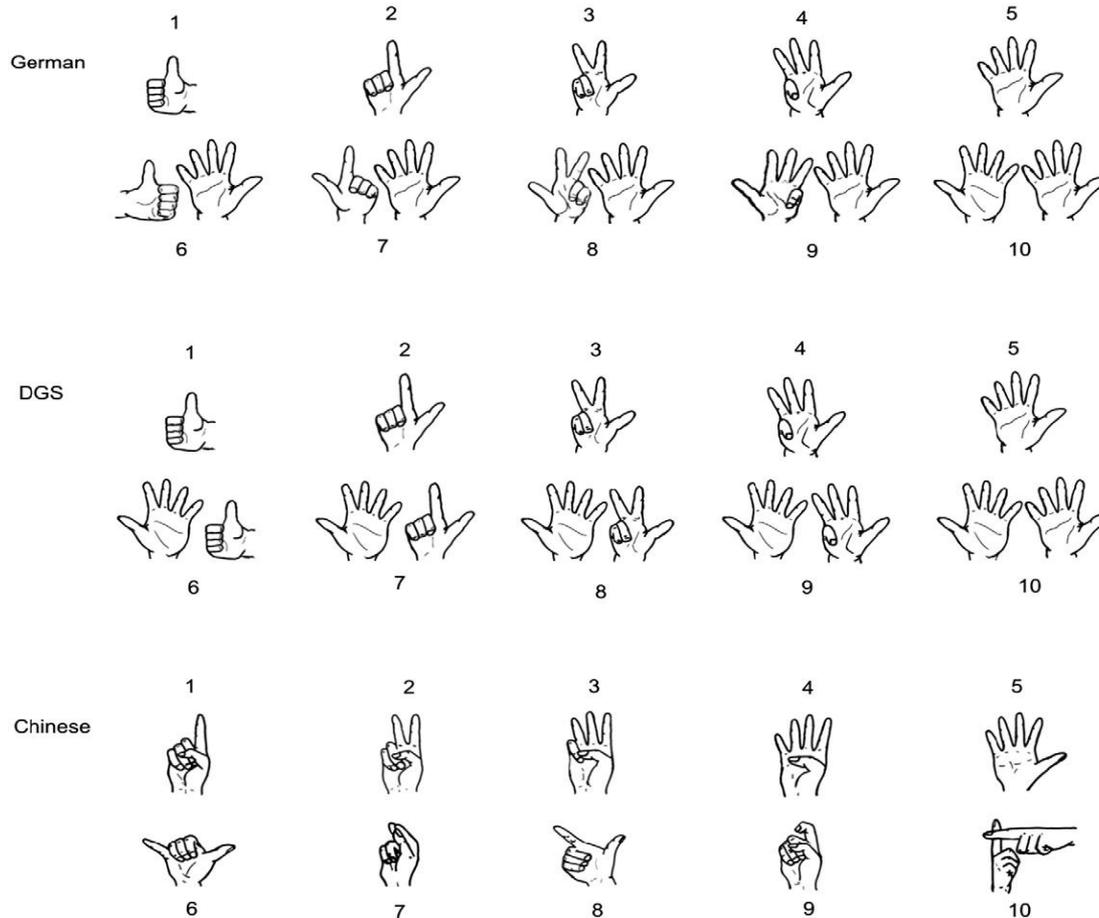
Numeri e finger counting

- Compito: classificazione di numeri presentati acusticamente con un pedale (superiore/inferiore a 5)
- Priming visivo o motorio (vedere dita, riprodurre le posture delle dita)
- Effetto di congruenza motorio, non visivo



Numeri e finger counting

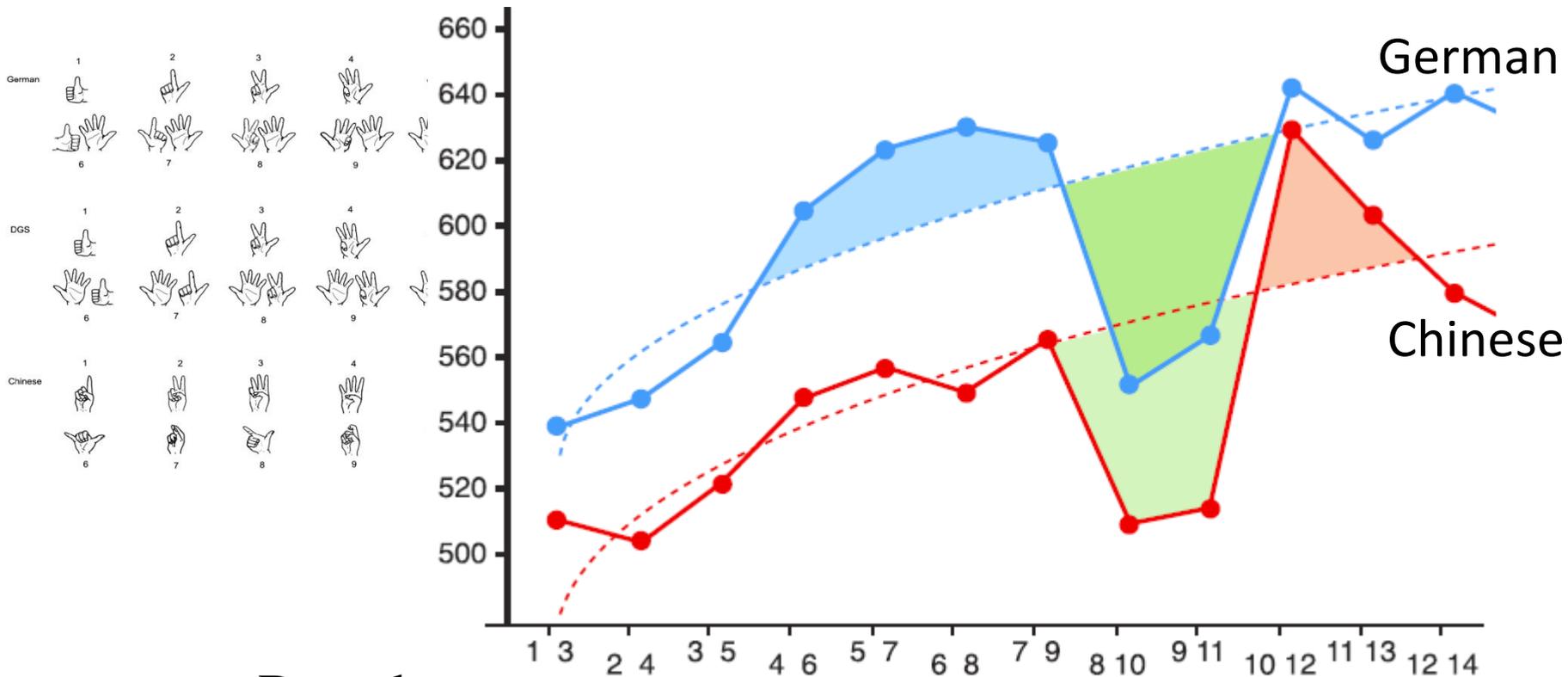
- Tedesco, German Sign Language, Cinese (non sistema a base 5)
- Presentano coppie di numeri: magnitude comparison



Domahs, Moeller, Huber, Willmes, Nuerk, 2010

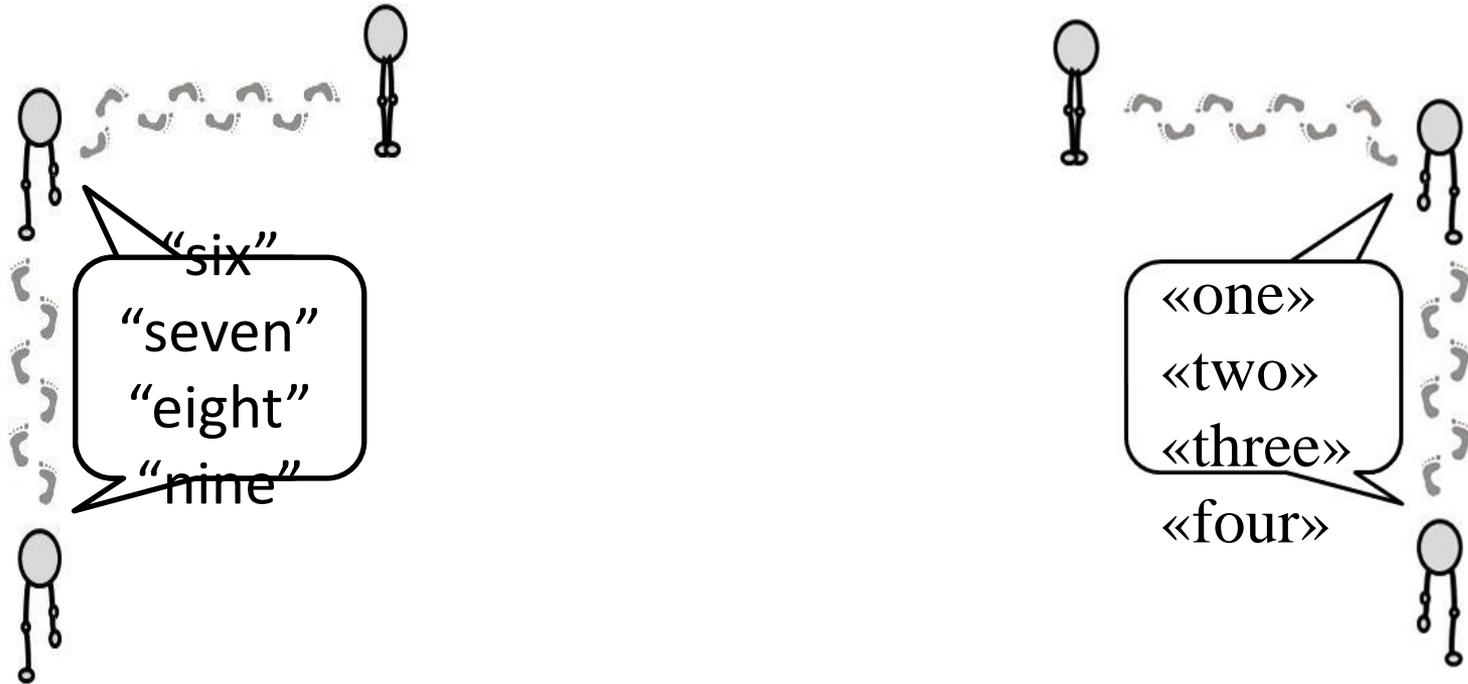
Numeri e finger counting

- Tedesco, German Sign Language, Cinese (non sistema a base 5)
- Conferma per la generation hyp: le risposte alle coppie in cui almeno un numero è rappresentato con 2 mani sono più lente
- Per i tedeschi numeri oltre il 5 più complessi, dato che si usano 2 mani: embodied numerosity, non solo sistema di numeri esatti



Domahs, Moeller, Huber, Whithies, Nuerk, 2010

Numeri e spazio: postura

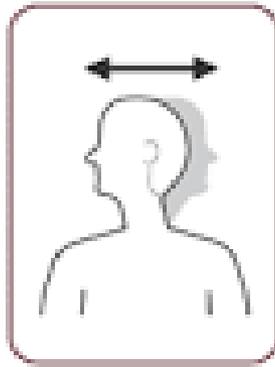


Associazioni numeri-spazi presenti nella dimensione spaziale

ORIZZONTALE: sinistra-numeri piccoli; destra-numeri più grandi (review: Fischer and Shaki, 2014).

Recentemente l'associazione è stata estesa alla dimensione **VERTICALE**

Numeri e spazio: evidenze



“two”
“three”
“four”

Winter & Matlock, 2013

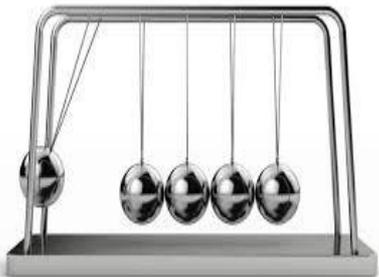
Dimensione **VERTICALE**: generazione random generation di numeri **più piccoli** durante movimenti ritmici **verso il basso (downward)** rispetto a verso l'alto (upward): (**intero corpo**: Hartmann et al., 2011; **movimenti della testa**: Winter & Matlock, 2013). **UP molti, DOWN pochi**



Hartmann et al., 2011

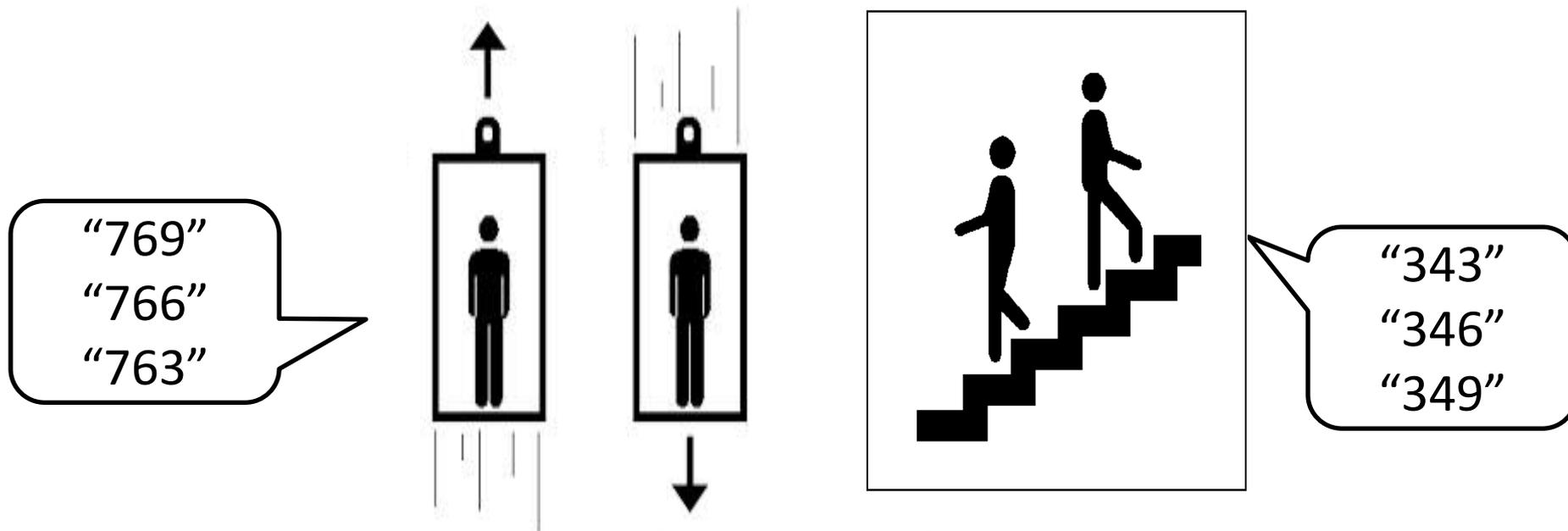
Contare e muoversi nello spazio

- Domanda: peso delle **diverse dimensioni**? Verticale, orizzontale, circolare.
- Focus non sui numeri in quanto tali ma sulle **operazioni** (Pinhas et al., 2014; Wiemer et al., 2014)
- **Metodo ecologico**: vita quotidiana, al di fuori del laboratorio
- Compito: compiere operazioni durante **movimenti nello spazio in diverse direzioni**

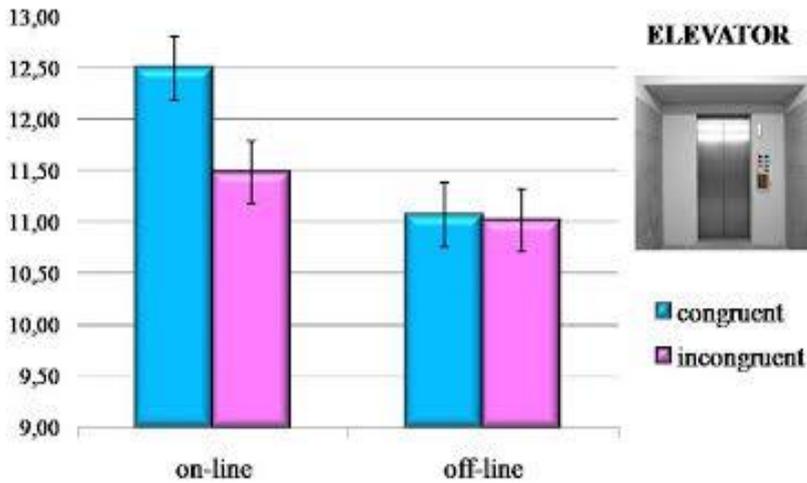


Contare e muoversi nello spazio: Alto-basso

- **Compito:** aggiungi o sottrai 3 ad un numero iniziale per 22 secondi, di' il risultato ad alta voce
- Addizioni vs. sottrazioni
- Movimenti verso l'alto o il basso prendendo l'ascensore e le scale



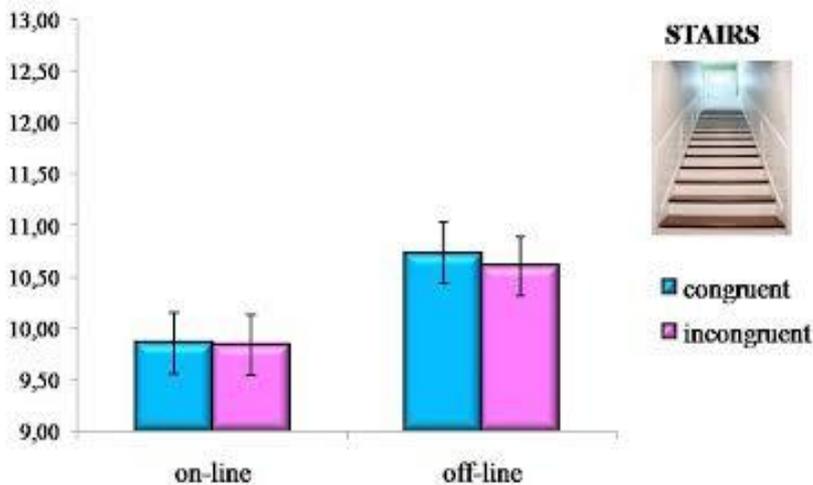
Contare e muoversi nello spazio: Alto-basso



☀ Variabile dipendente = n di calcoli corretti

☀ **Effetto di congruenza con l'ascensore**

☀ No effetto di congruenza con le scale: doppio compito (salire + contare); non movimento verticale ma obliquo

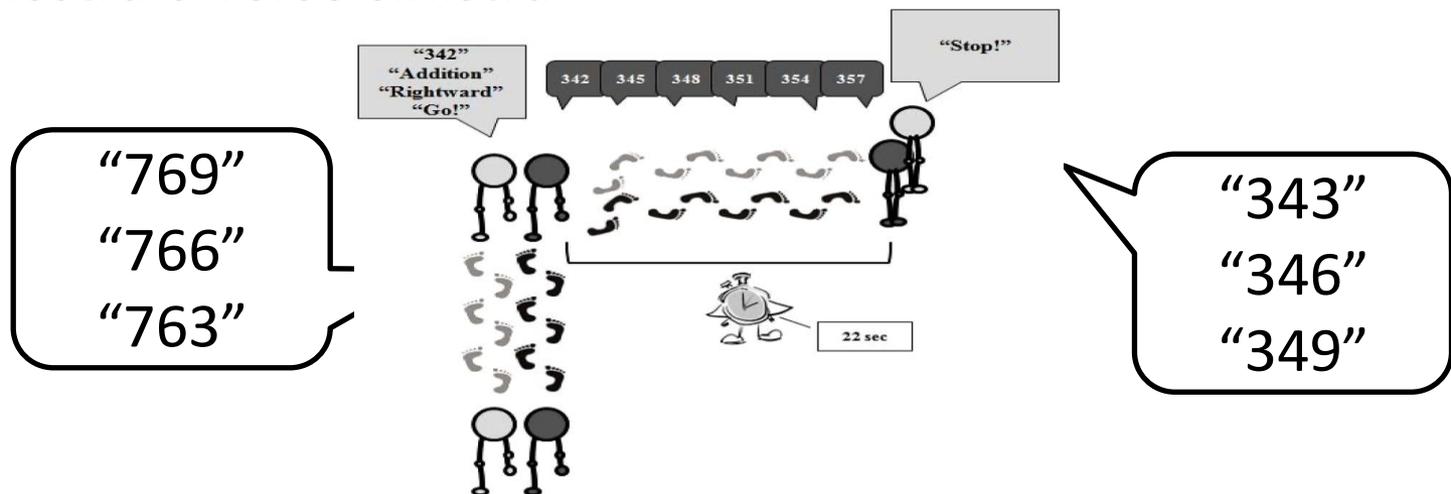


☀ Nessun effetto offline; nessun effetto nella condizione imagery

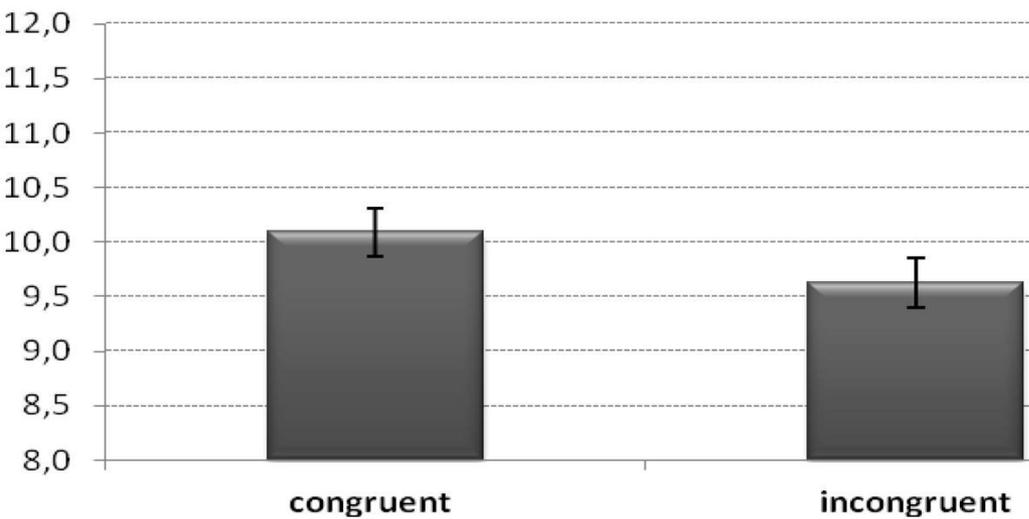
☀ Quindi: contare è influenzato da movimenti ascensione-discesa del corpo

Contare e muoversi nello spazio: Sinistra-destra

- **Compito:** la sperimentatrice e il partecipante camminano lungo un sentiero diritto.
- La sperimentatrice pronuncia il numero iniziale, il tipo di calcolo (**addizione** o **sottrazione**), la direzione del movimento (**sinistra-destra**).
- Al segnale di go i partecipanti aggiungono o sottraggono 3 da un numero iniziale per 22 secondi, muovendosi verso destra o verso sinistra



Contare e muoversi nello spazio: Sinistra-destra



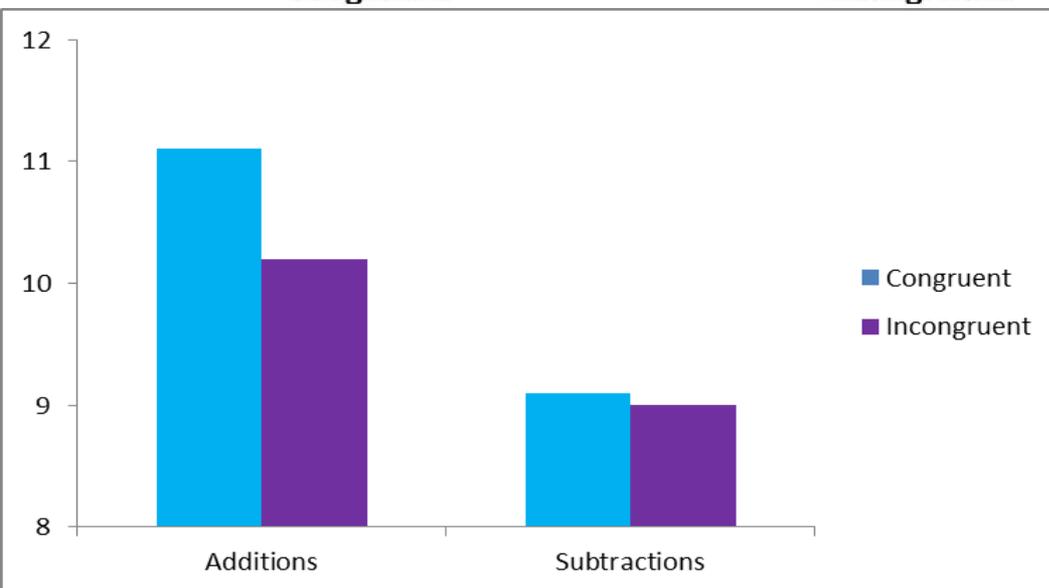
☀ Variabile dipendente = n di operazioni corrette

☀ **Effetto di congruenza**

☀ Effetto di congruenza dovuto a differenze nelle **addizioni**: più facili da realizzare e più sensibili ad influenze esterne?

☀ L'effetto è presente durante il movimento **attivo**

☀ Quindi: contare è influenzato dai movimenti destra-sinistra



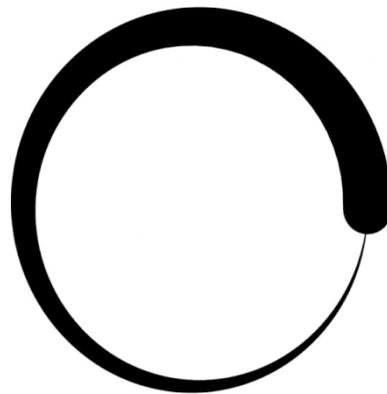
Contare e muoversi nello spazio: circolare

- **Compito:** Al segnale di go I partecipanti aggiungono o sottraggono 3 ad un numero iniziale mentre **camminano** (movimento attivo) o mentre sono spinti su una **sedia a rotelle** (movimento passivo) per 22 secondi.
- Seguono un percorso circolare tracciato sul pavimento, muovendosi in senso **orario** o **antiorario**.

"769"

"766"

"763"



"343"

"346"

"349"

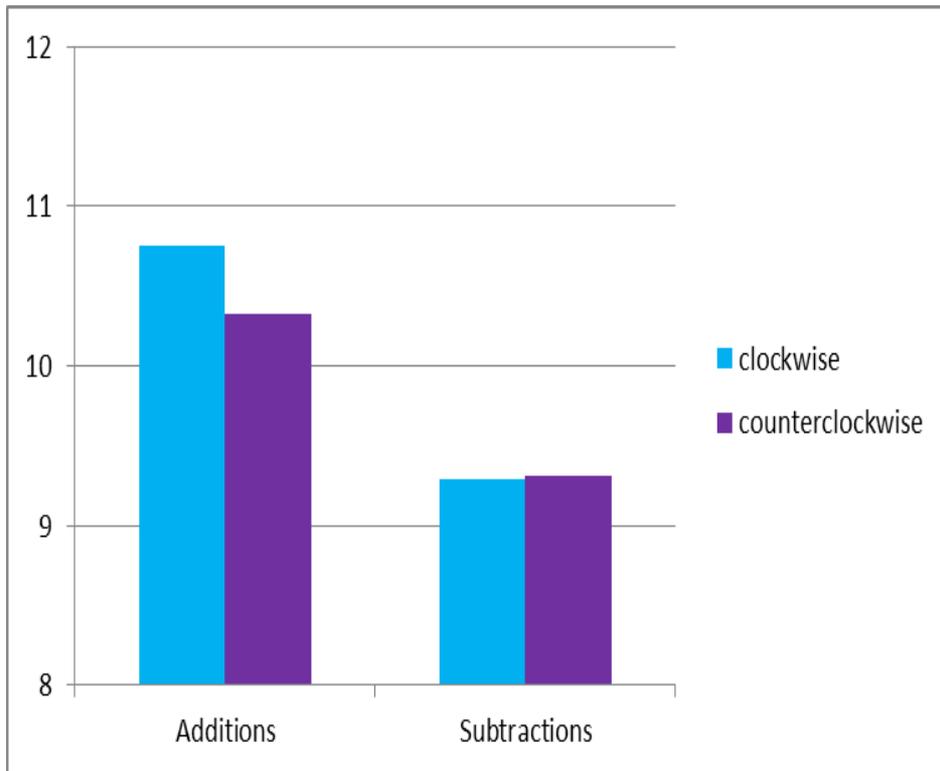
Contare e muoversi nello spazio: circolare

☀ Variabile dipendente = n di calcoli corretti

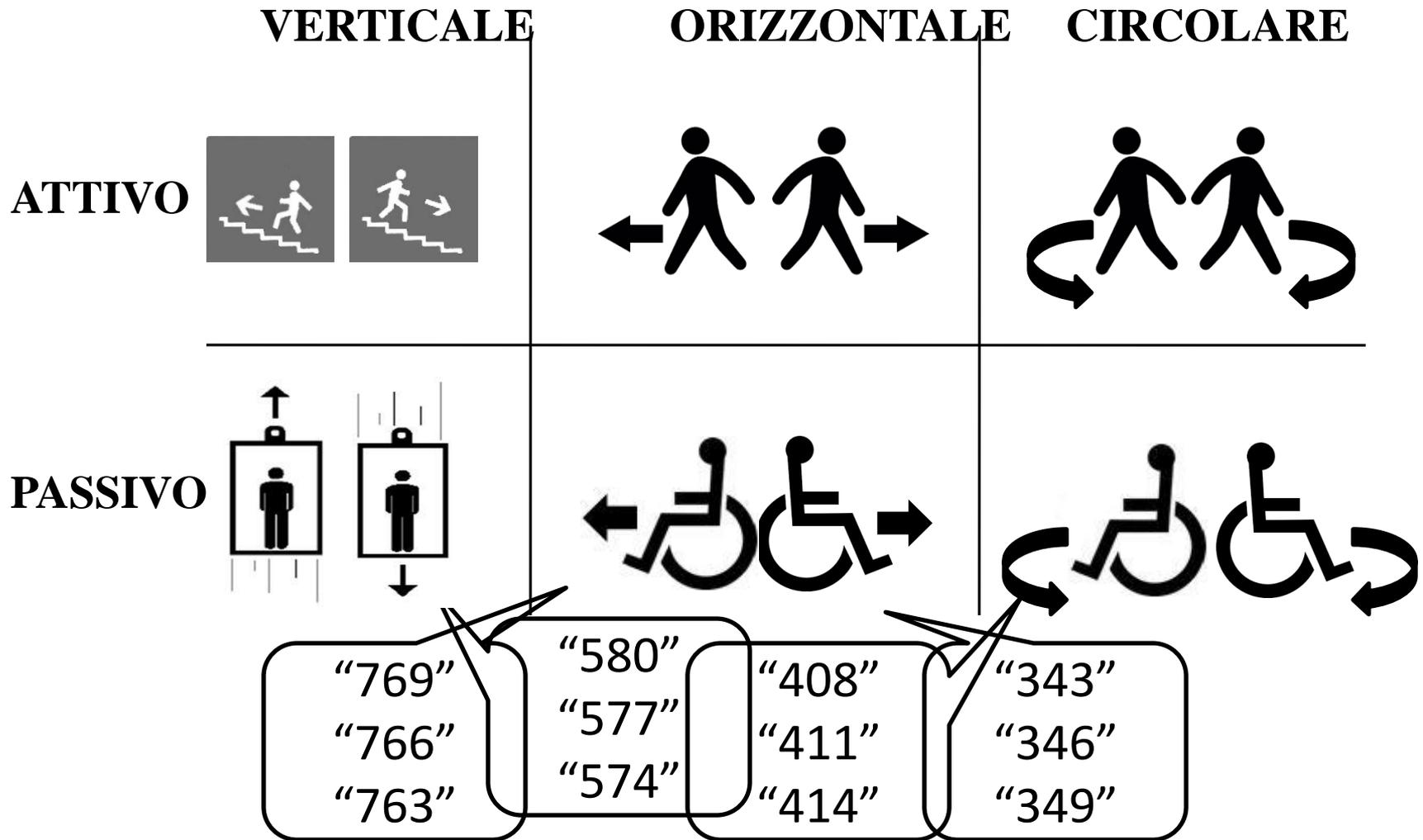
☀ Più operazioni corrette nella modalità **passiva** che attiva

☀ **Effetto di congruenza** dovuto alle differenze nelle **addizioni**: più facili da realizzare e più sensibili ad influenze esterne?

☀ Quindi: contare è influenzato dai movimenti circolari del corpo



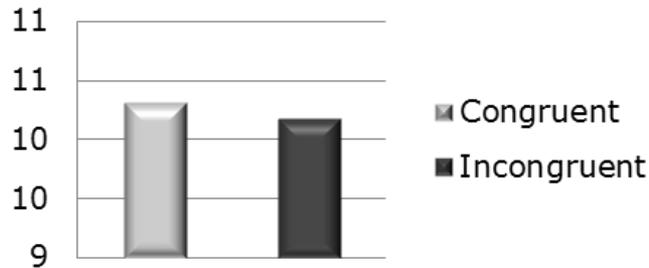
Contare e muoversi nello spazio: Le varie dimensioni



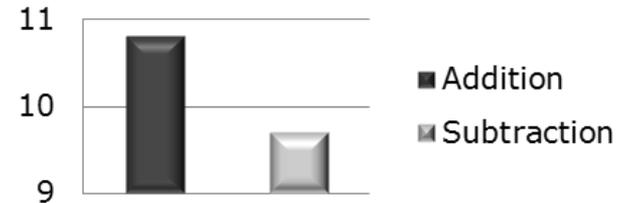
Lugli et al., in prep.

Contare e muoversi nello spazio: Le varie dimensioni

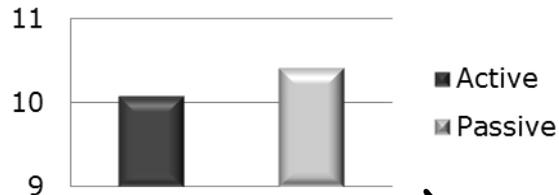
Congruency**



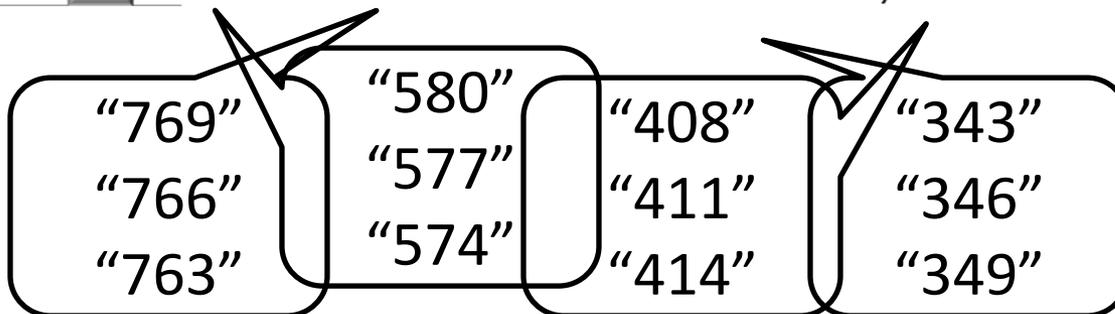
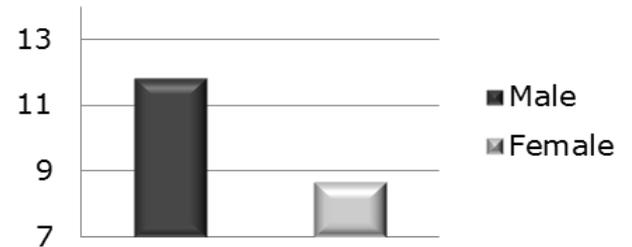
Type of Calculation**



Type of movement**

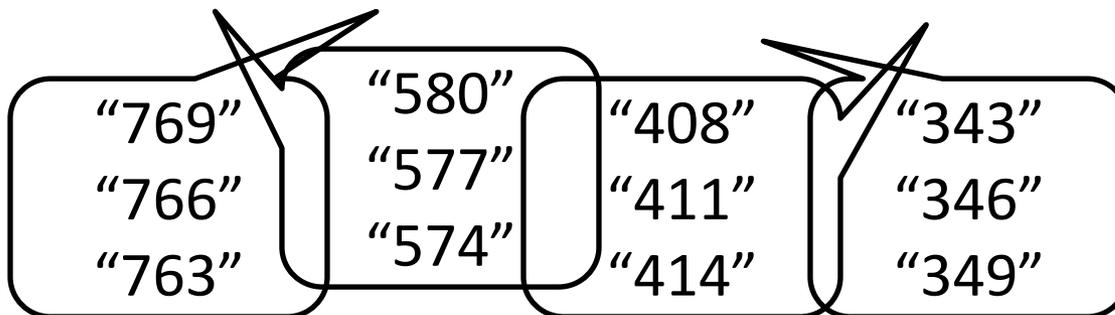
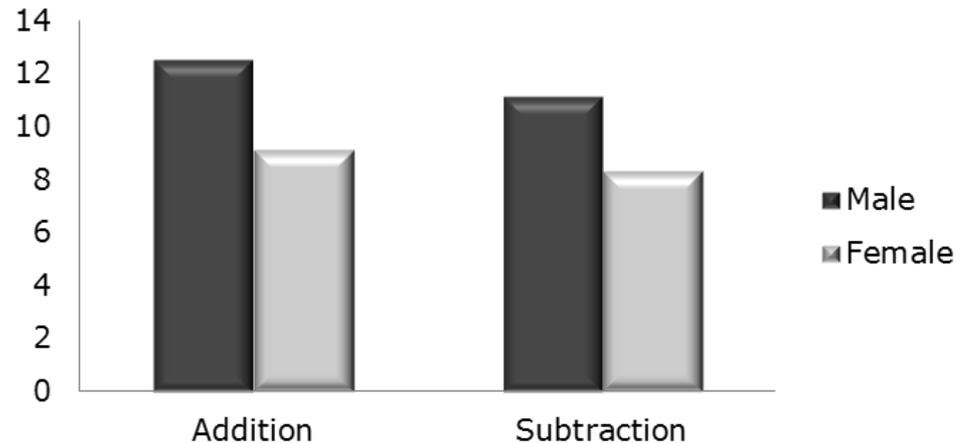


Gender**



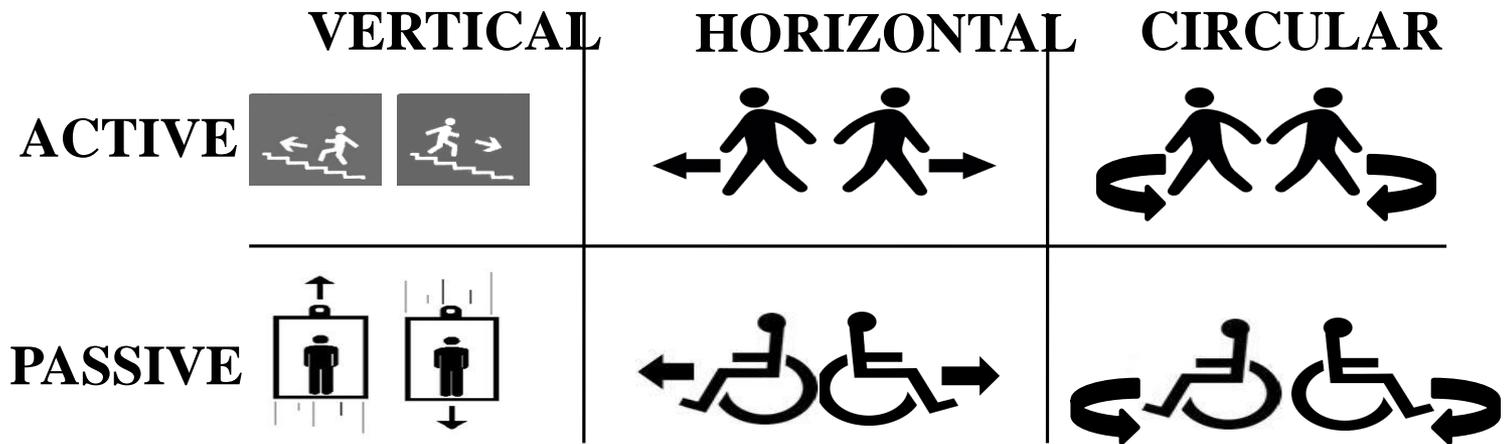
Contare e muoversi nello spazio: Le varie dimensioni

Gender x Type of Calculation**



Lugli et al., sottoposto

Contare e movimento: circolare



- ✿ Più operazioni con le addizioni che con le sottrazioni
- ✿ Più operazioni nella modalità passiva
- ✿ Maschi meglio delle femmine con le addizioni e leggermente meglio nella condizione passiva
- ✿ **Congruenza** operazione-direzione del movimento
- ✿ Spazio: dominanza delle dimensioni verticale e orizzontale? Non ci sono evidenze – effetto presente con tutte le dimensioni
- ✿ Ma dimensione verticale (Lugli et al., 2013): effetto non limitato alle addizioni, presente anche con le sottrazioni.

Numeri ed embodiment

- Concetti astratti: libertà, fantasia Numeri come concetti astratti?
- Sì. Numeri ed embodiment

- I numeri sono **grounded negli oggetti (affordance) e nello spazio**

- **Le affordance** facilitano l'elaborazione dei numeri

- Il **finger counting** influenza il modo in cui ci rappresentiamo i numeri anche da adulti: non solo sistema di numeri esatti ma embodied numerosity

- **Contare** è facilitato se si realizzano **movimenti** direzionali congruenti



Numeri, embodiment, linguaggio

- Rispetto ad altri concetti astratti, I numeri attivano più la mano della bocca: finger counting
- Senza un sistema di numeri esatti più difficoltà nel contare oltre 4
- Quindi: I numeri sono embodied e grounded
- Oltre il 4 interviene il linguaggio: importanza di un sistema di numeri esatto



Indice: cognizione numerica

- ✿ Sistemi di cognizione numerica
- ✿ Subitizing
- ✿ Numeri, neonati, bambini
- ✿ Numeri e linguaggio
- ✿ Lingue e sistema numerico
- ✿ Numeri e spazio: mental number line
- ✿ Numeri e grasping/tipo di presa
- ✿ Numeri e affordance
- ✿ Finger counting
- ✿ Contare e muoversi nello spazio
 - ✿ Alto-basso: ascensore e scale
 - ✿ Destra-sin: camminare, sedia a rotelle
 - ✿ Circolare: camminare, sedia a rotelle

