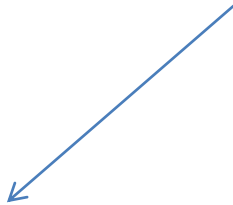
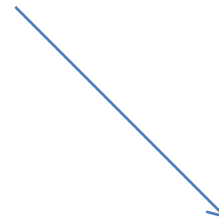


# Rappresentazione delle quantità

connessioni con



Rappresentazione  
visuo spaziale



Rappresentazioni  
verbali

## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Dehaene, Bossini, & Giraux dimostrano per la prima volta sperimentalmente la presenza di una « **LINEA NUMERICA mentale** » in soggetti senza sinestesia:

**Compito:** giudizio di parità su numeri 0-9

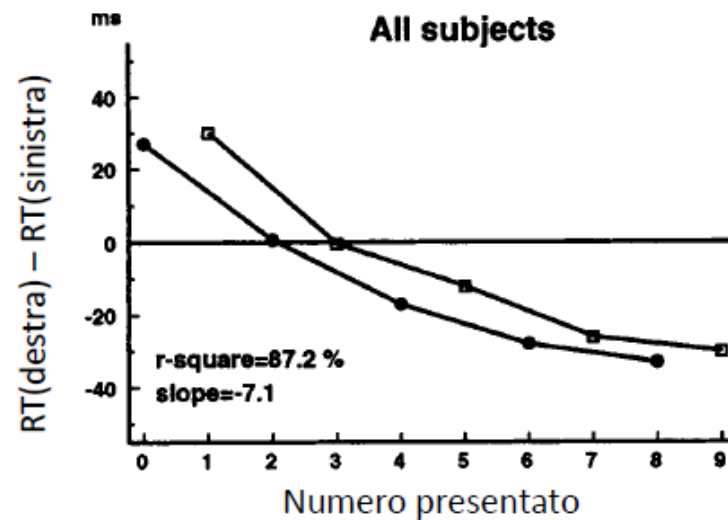
1 meta':

« dispari » = DX



2 meta':

« dispari » = SX

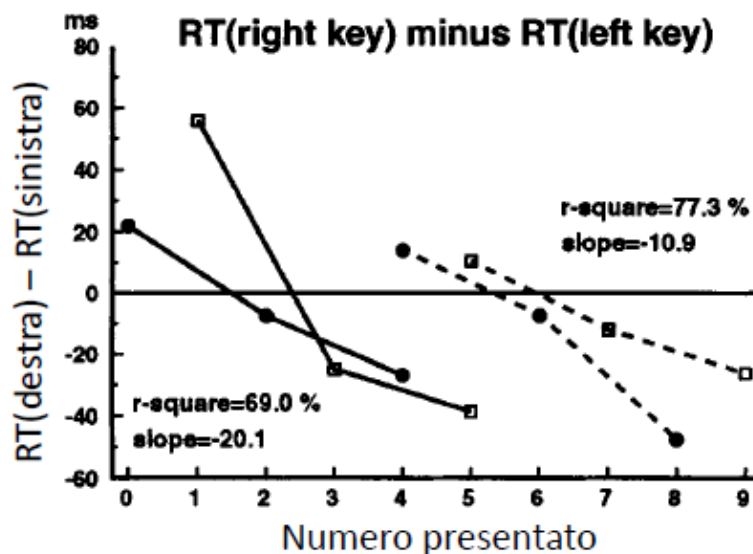


I partecipanti rispondevano più velocemente con la mano destra a numeri grandi e con la mano sinistra a numeri piccoli

→ Spatial Numerical Association of Response Codes (SNARC)

Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

La LINEA NUMERICA è **dinamica**: influenza dell'intervallo  
numerico utilizzato

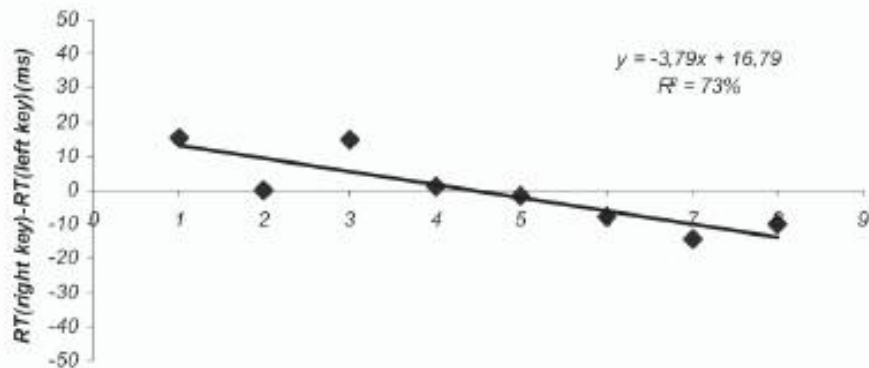


L'effetto SNARC cambia in funzione dell'intervallo numerico. Lo stesso numero può essere associato con una risposta più veloce della mano sinistra o della mano destra. Non vi è quindi un'associazione ASSOLUTA tra numeri e spazio, ma relativa all'intervallo di riferimento.

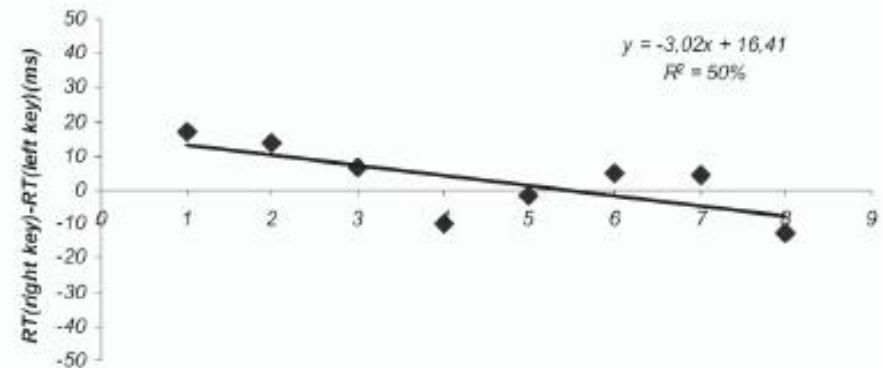
## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Altra caratteristica della rappresentazione spaziale (Nuerk, 2005) dei numeri è che si attiva indipendentemente dalla modalità (visivo vs uditivo) e dal formato (simbolico vs non simbolico)

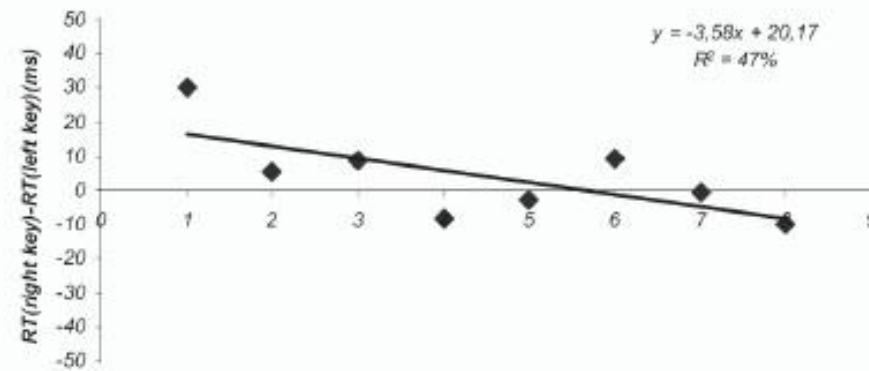
*Arabic numbers*



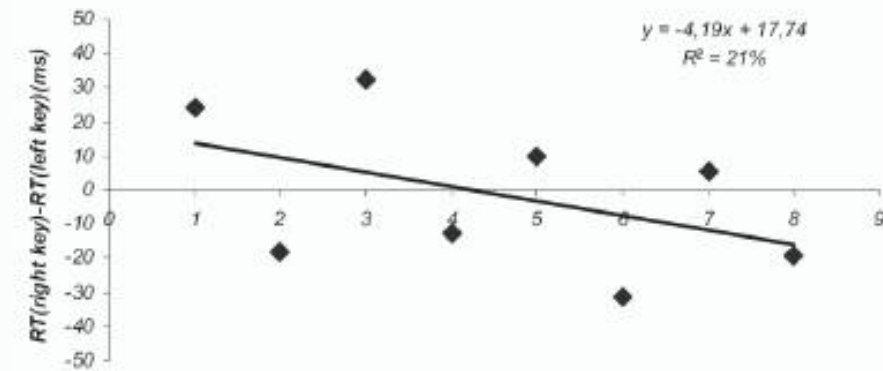
*Number words*



*Auditory numbers*



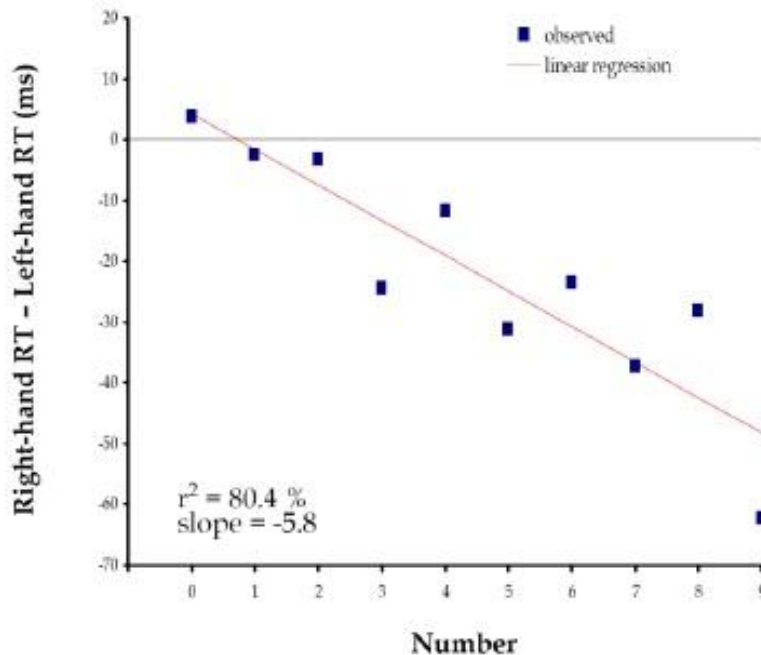
*Dice patterns*



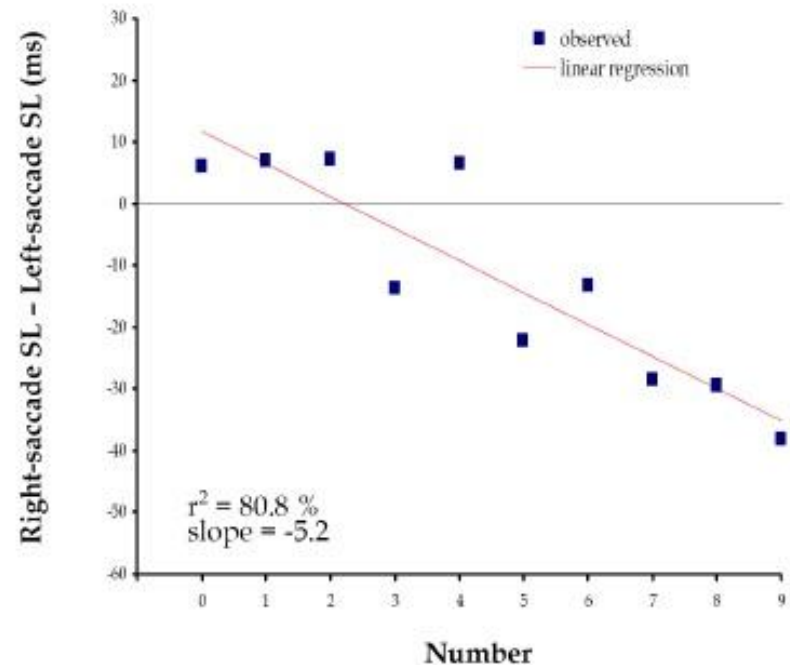
## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Gli esperimenti di Schwarz (2004) hanno dimostrato che la linea numerica si attiva indipendentemente dall'effettore utilizzato per rispondere.

SNARC con risposta manuale (latenza risposta digitale -RT)

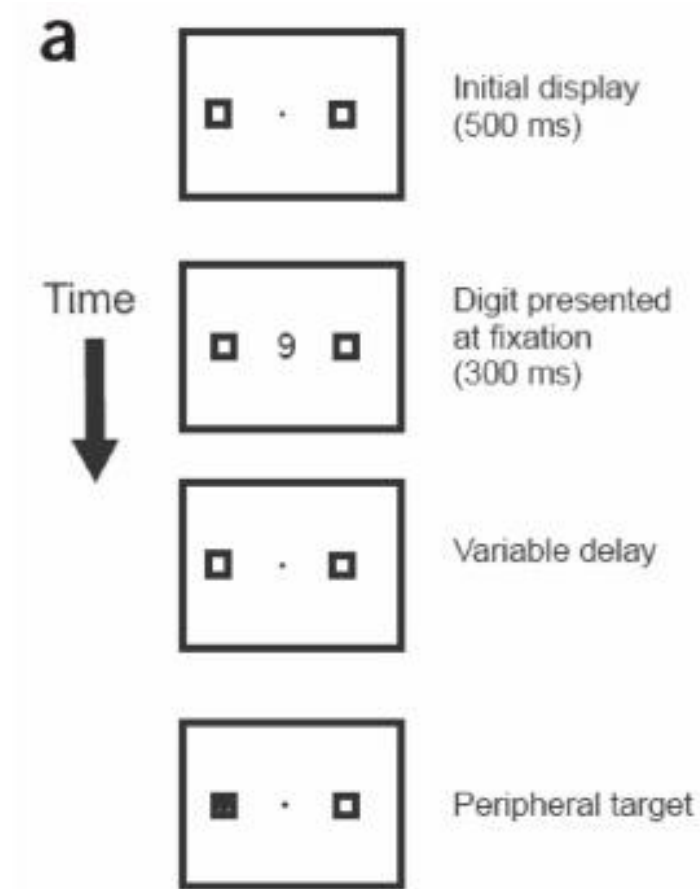


SNARC con movimenti oculari (latenza della saccade -SL)



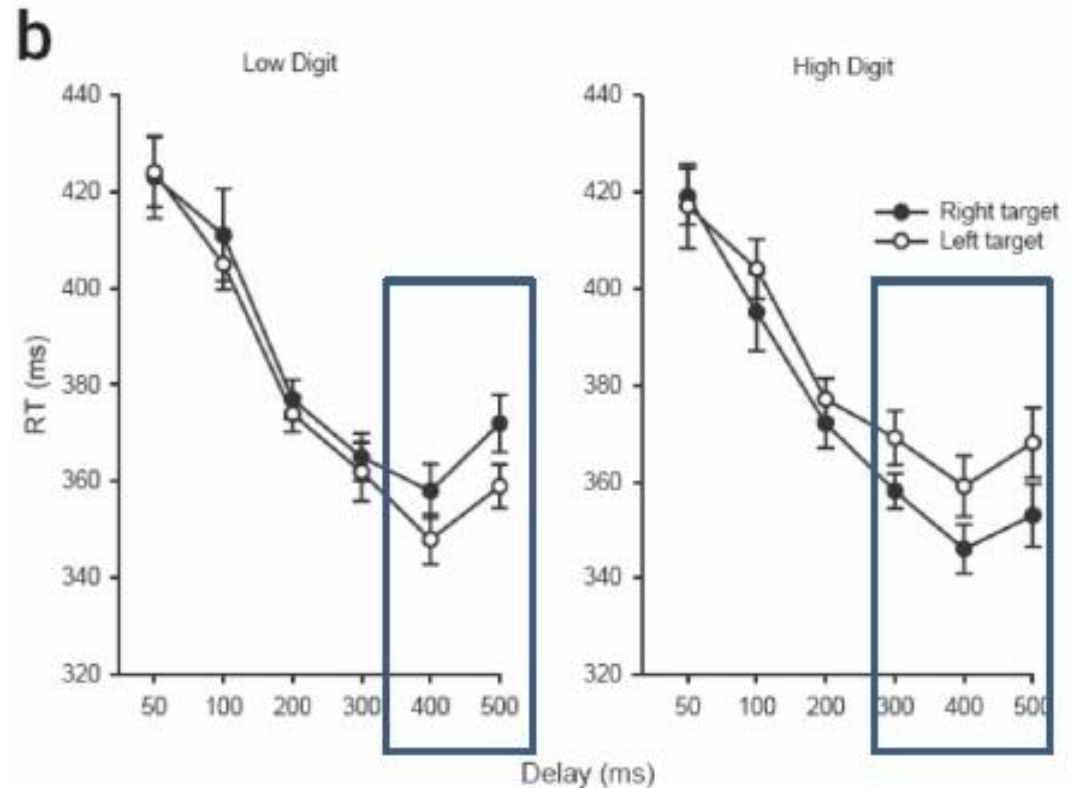
## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

(Fischer, 2003). Bisognava fissare un punto centrale. Dopo 500 ms, al centro compare un numero che può essere 1, 2, 8, 9 ma i soggetti non debbono fare nulla; debbono invece schiacciare un pulsante centrale dopo che appare un oggetto a destra o a sinistra nello schermo.



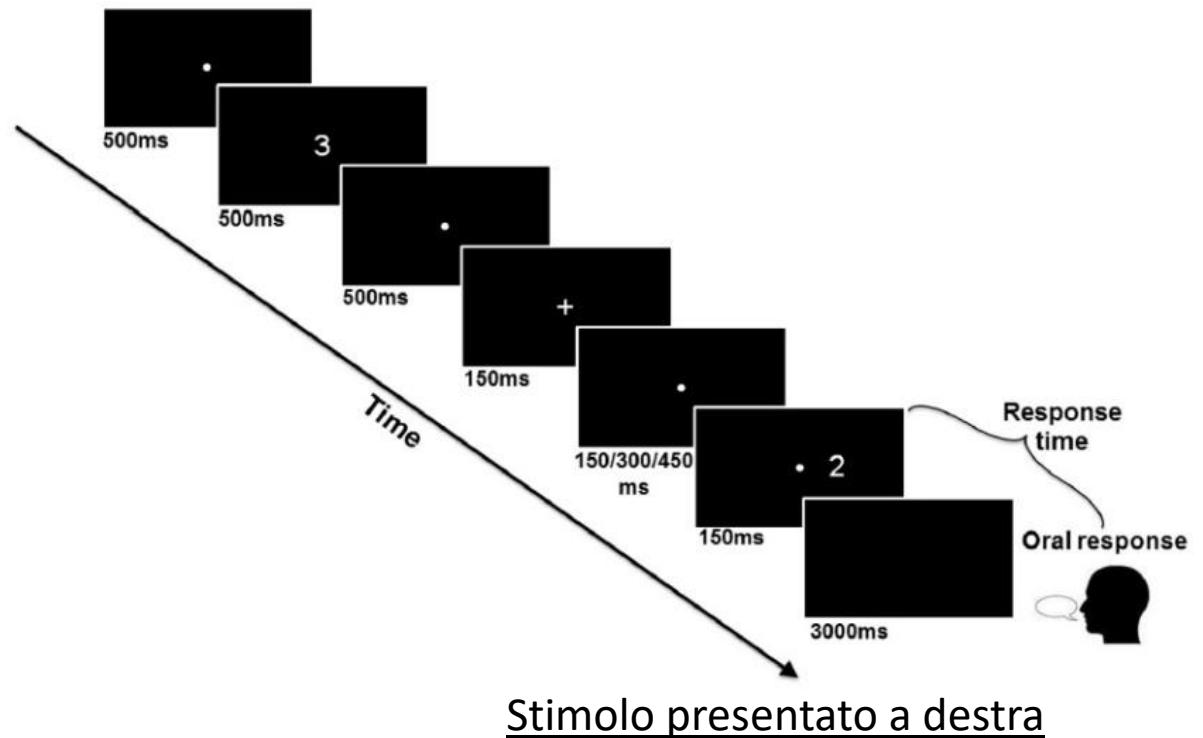
## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Si osserva un  
vantaggio nella detezione  
di un target nell'emicampo  
visivo destro se questo e'  
preceduto da un numero  
"grande" (8 o 9),  
e nell'emicampo sinistro se  
e' preceduto da un numero  
"piccolo" (1 o 2).



## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

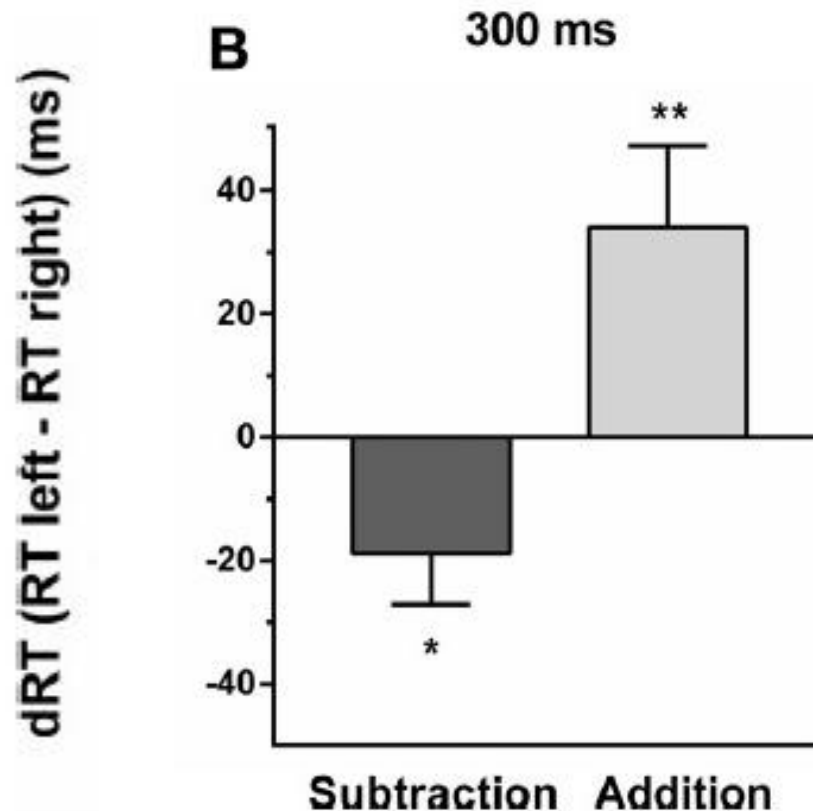
La semplice lettura di simboli che ci fanno eseguire somme e sottrazioni, inducono degli spostamenti oculari (Mathieu, 2016)?





## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

La semplice lettura di simboli che ci fanno  
eseguire somme e sottrazioni, inducono degli  
spostamenti oculari?



Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Da che cosa dipende dunque l'effetto SNARC?

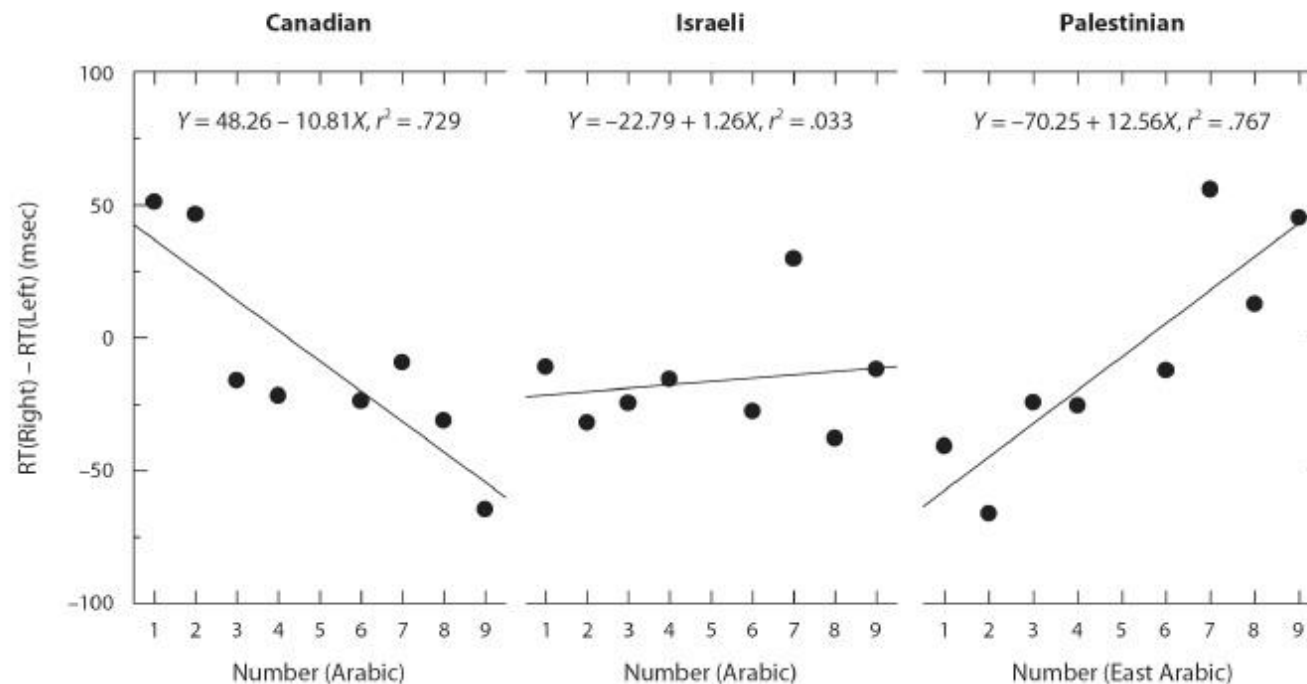
## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Sembra (Shaki 2009) che sia dipendente dalla direzione di scrittura del soggetto in esame.

Inglese (canadesi): numeri & parole →

Ebraico (israeliani): numeri →, parole ←

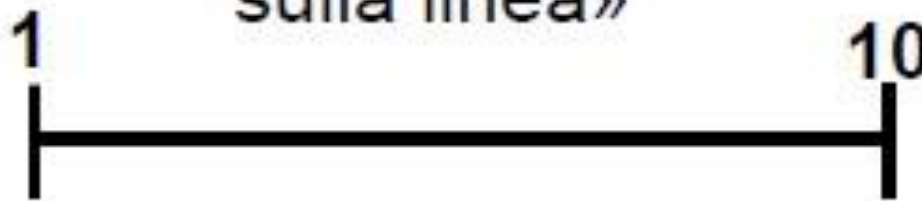
Arabo (palestinesi): numeri & parole ←



Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

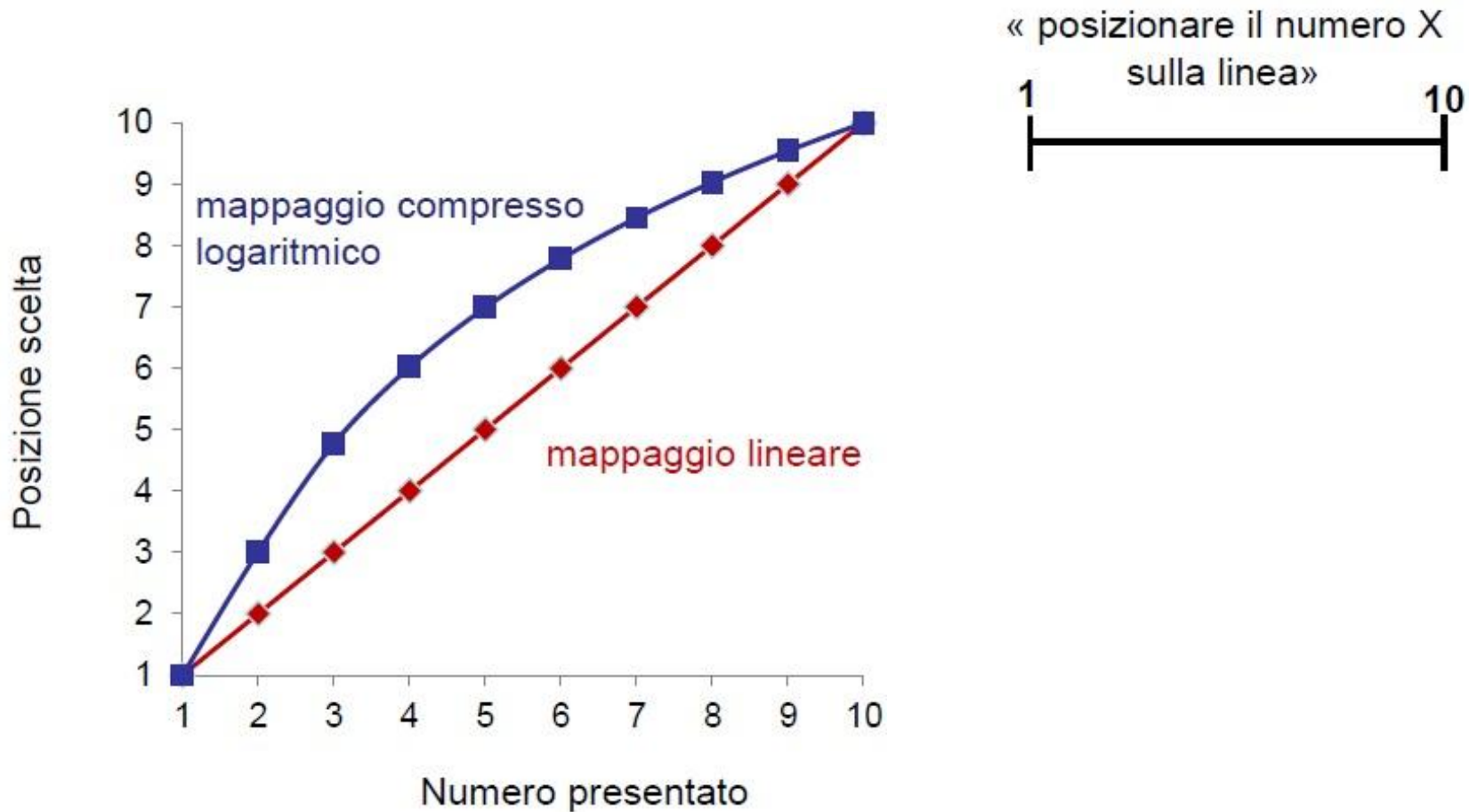
## "Test della linea numerica" (Siegler 2003).

« posizionare il numero X  
sulla linea»



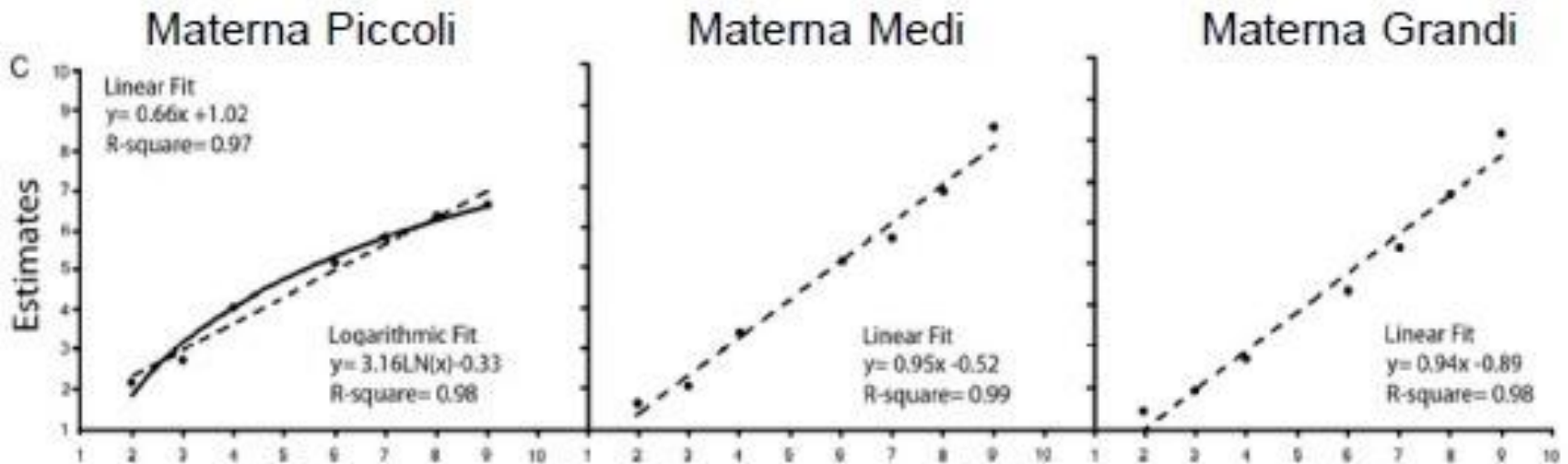
Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

## "Test della linea numerica" (Siegler 2003).



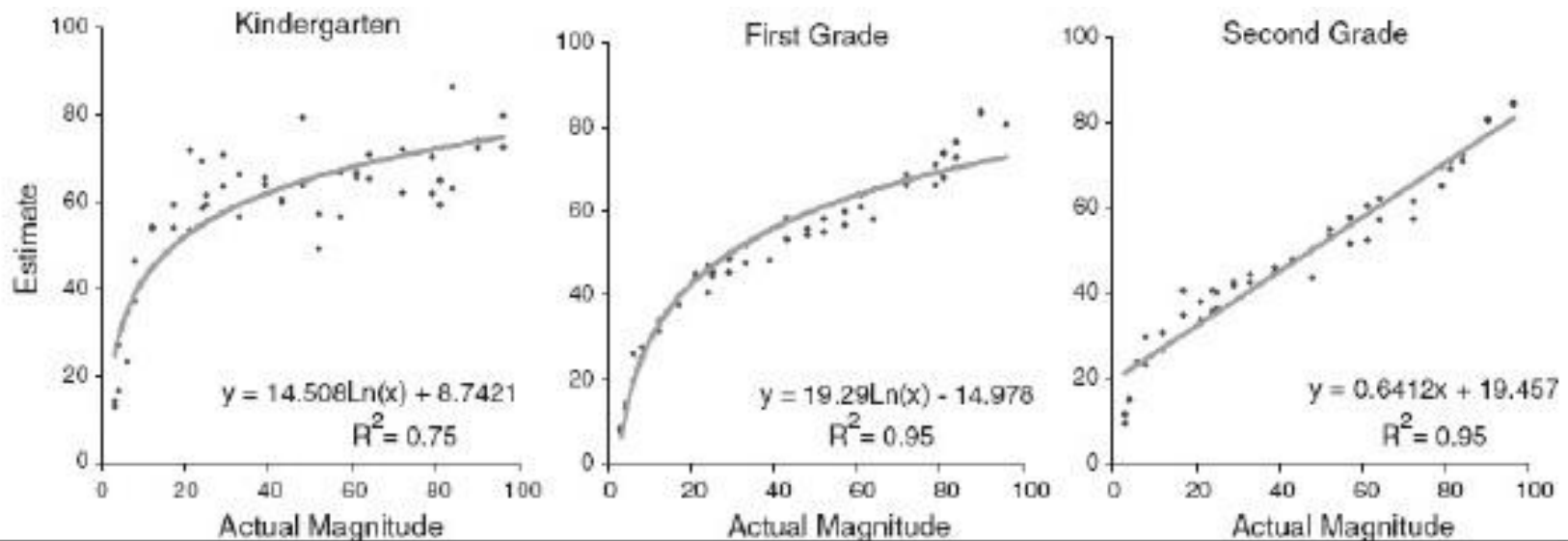
Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

## Test (Berteletti, 2009)



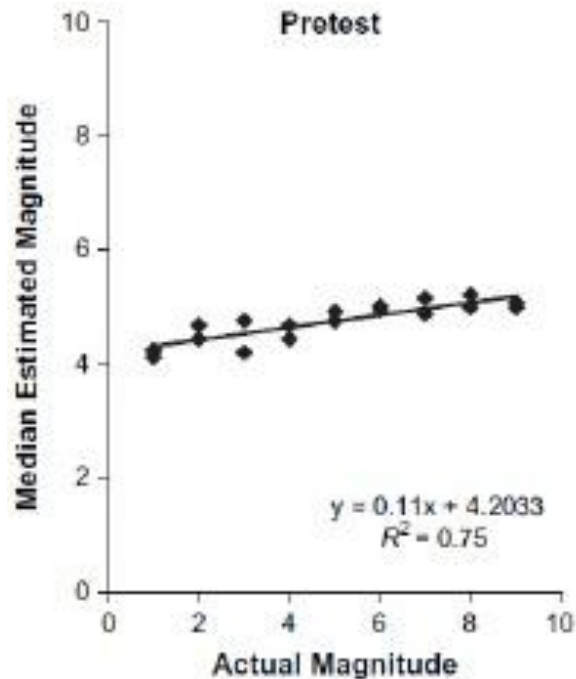
Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

## Test (Berteletti, 2009)



## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Nel seguente studio (Siegler 2008) si sono considerati 88 prescolari (4-5.5 anni) di livello socio-economico basso

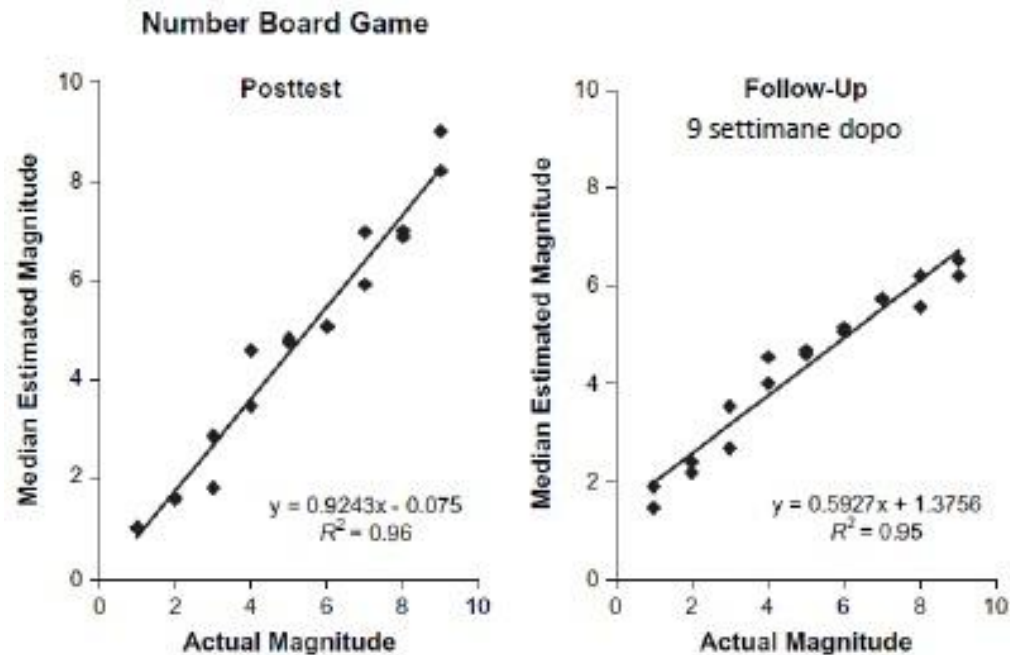




# Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

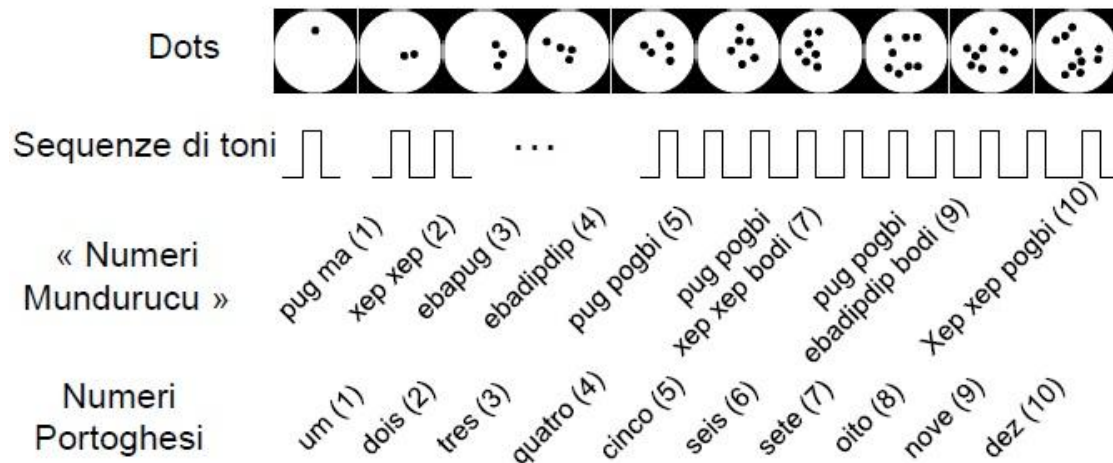
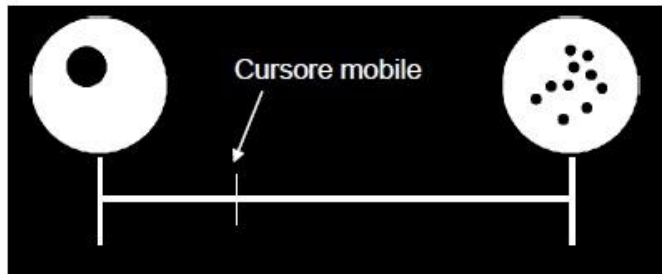
Un addestramento mirato migliora le performance

START	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	END
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-----



Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

## (Dehaene, 2008): I Mundurucu



Quattro tipologie di test

Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

(Dehaene, 2008): I Mundurucu



- Sia per insiemi di oggetti concreti

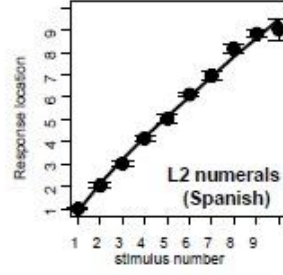
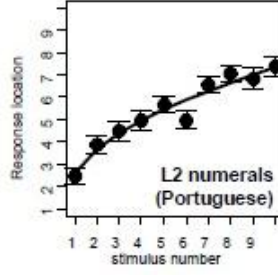
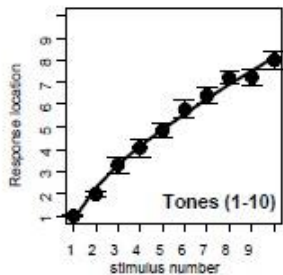
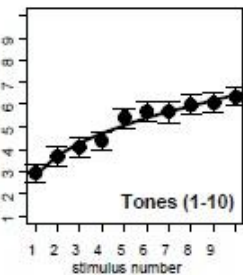
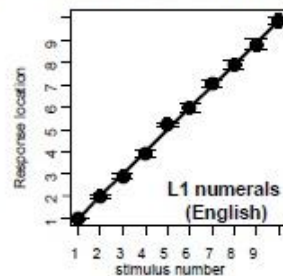
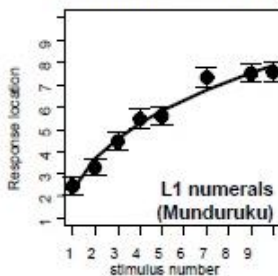
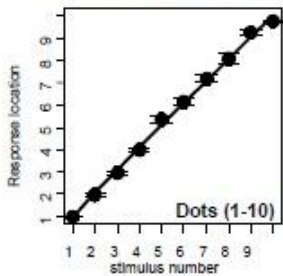
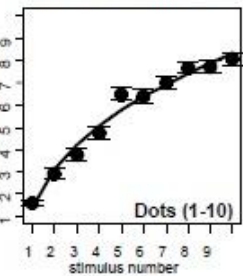
-Che per simboli numerici

Mundurucu participants

American participants

Mundurucu participants

American participants

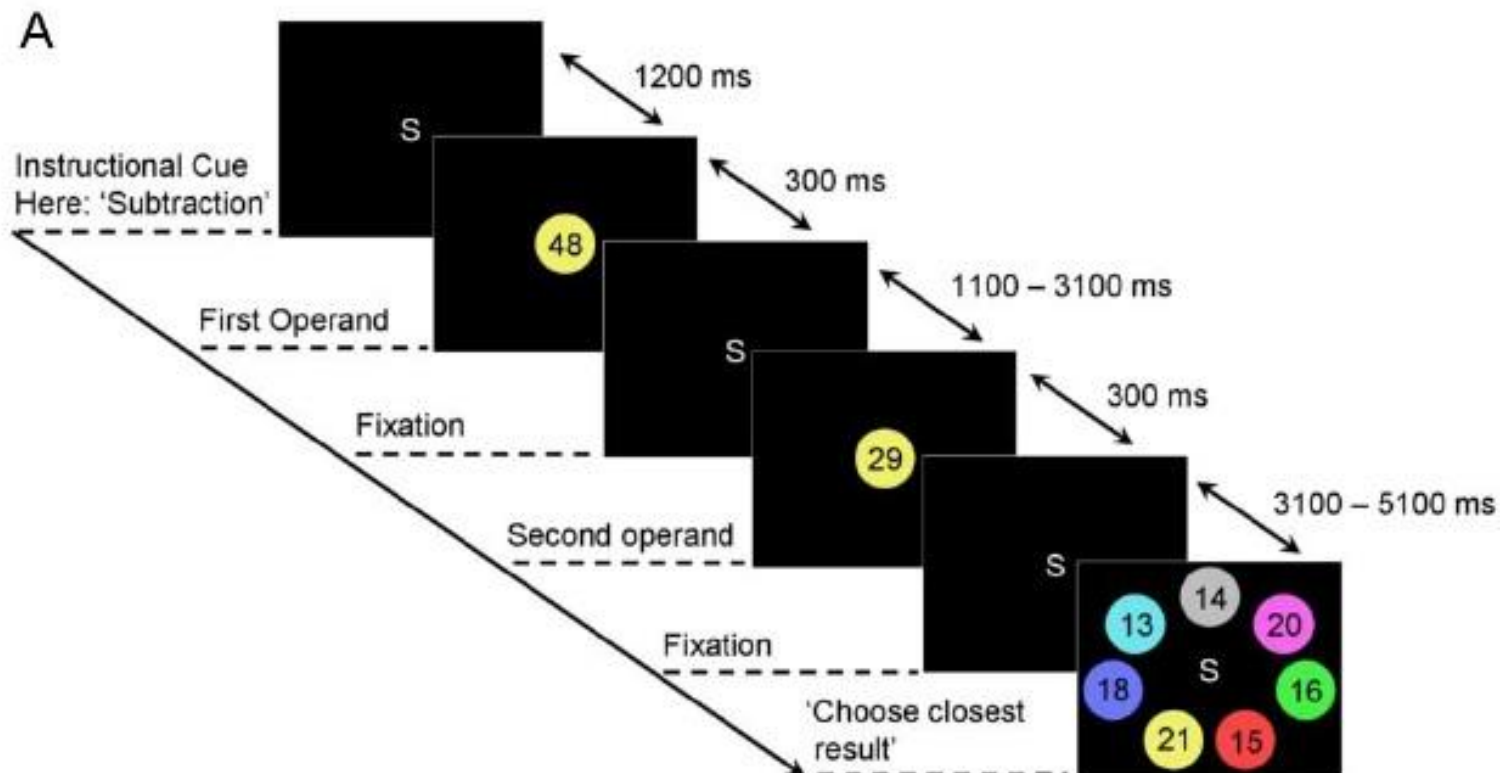


Non avendo simboli  
per i numeri la  
mappatura  
rimane logaritmica;

## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

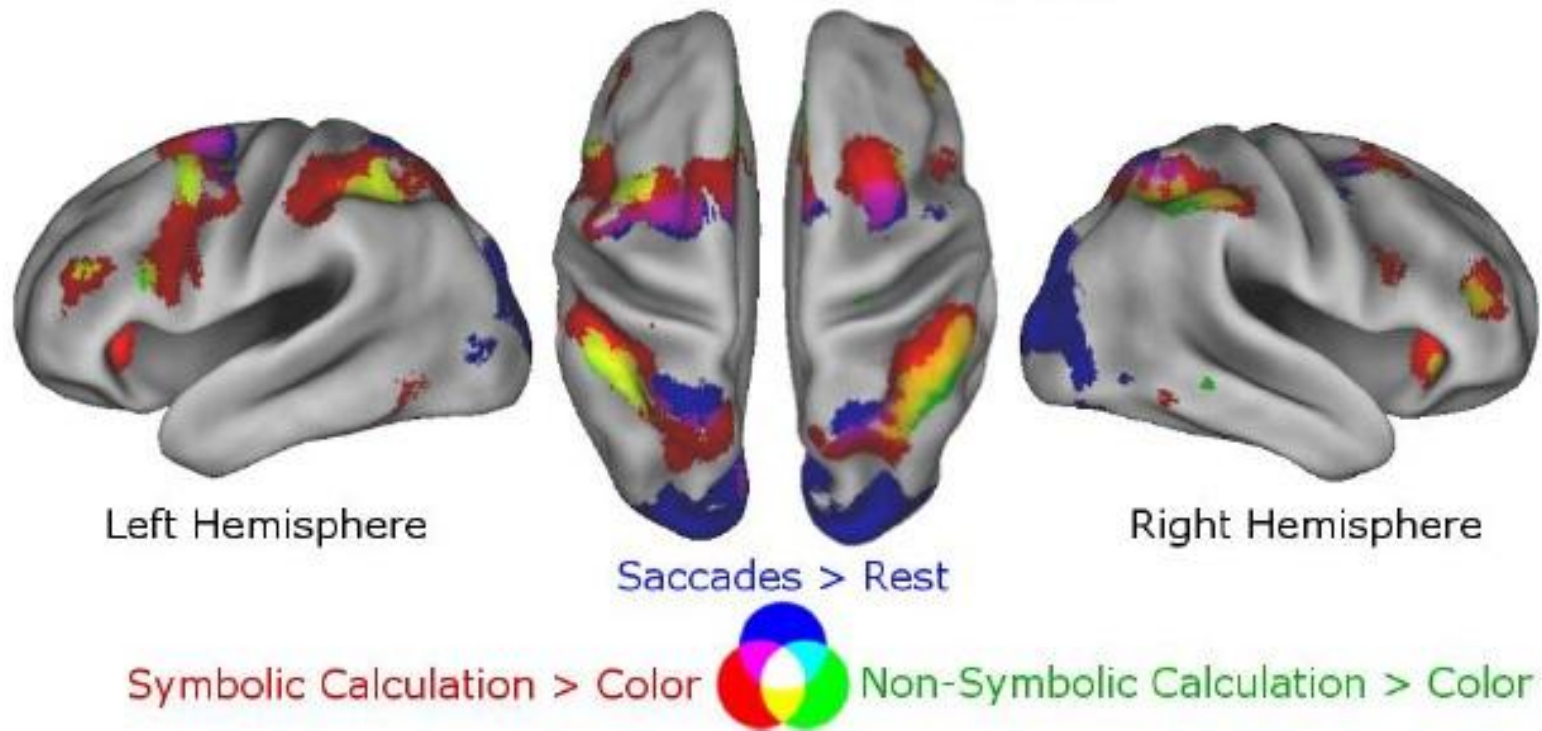
**Origini a livello cerebrale di questa interazione tra calcolo mentale, rappresentazioni dei numeri e rappresentazioni visuo - spaziali**

Esperimento (Knops, 2009) in 3 blocchi distinti: 1) **saccadi – sguardo fisso** 2) calcolo simbolico 3) calcolo non simbolico.



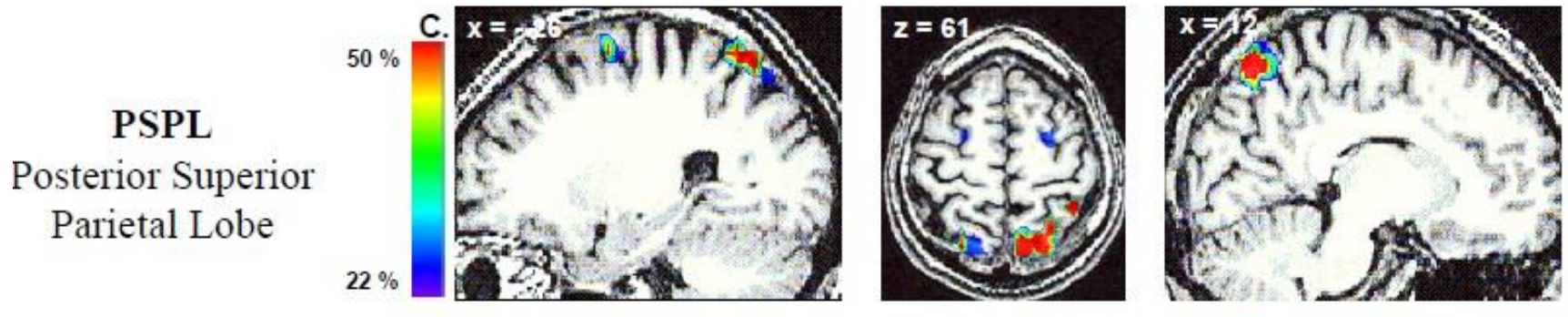
## Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Esperimento (Knops, 2009) in 3 blocchi distinti: saccadi – calcolo simbolico e non simbolico.





Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale



La corteccia parietale in una zona posteriore dorsale **si attiva per compiti numerici ma anche durante l'esecuzione di saccadi e lo spostamento dell'attenzione nello spazio, è indice di una rappresentazione spaziale dei numeri.**

Creazione di connessioni tra la rappresentazione delle  
quantità approssimativa e quella visuo spaziale

Tale associazione numero – retta numerica  
riconduce “origine delle cose”



Def. 1 - V libro Elementi di Euclide

*Una grandezza è parte di una grandezza, la minore  
della maggiore, quando misuri completamente la  
maggiore*

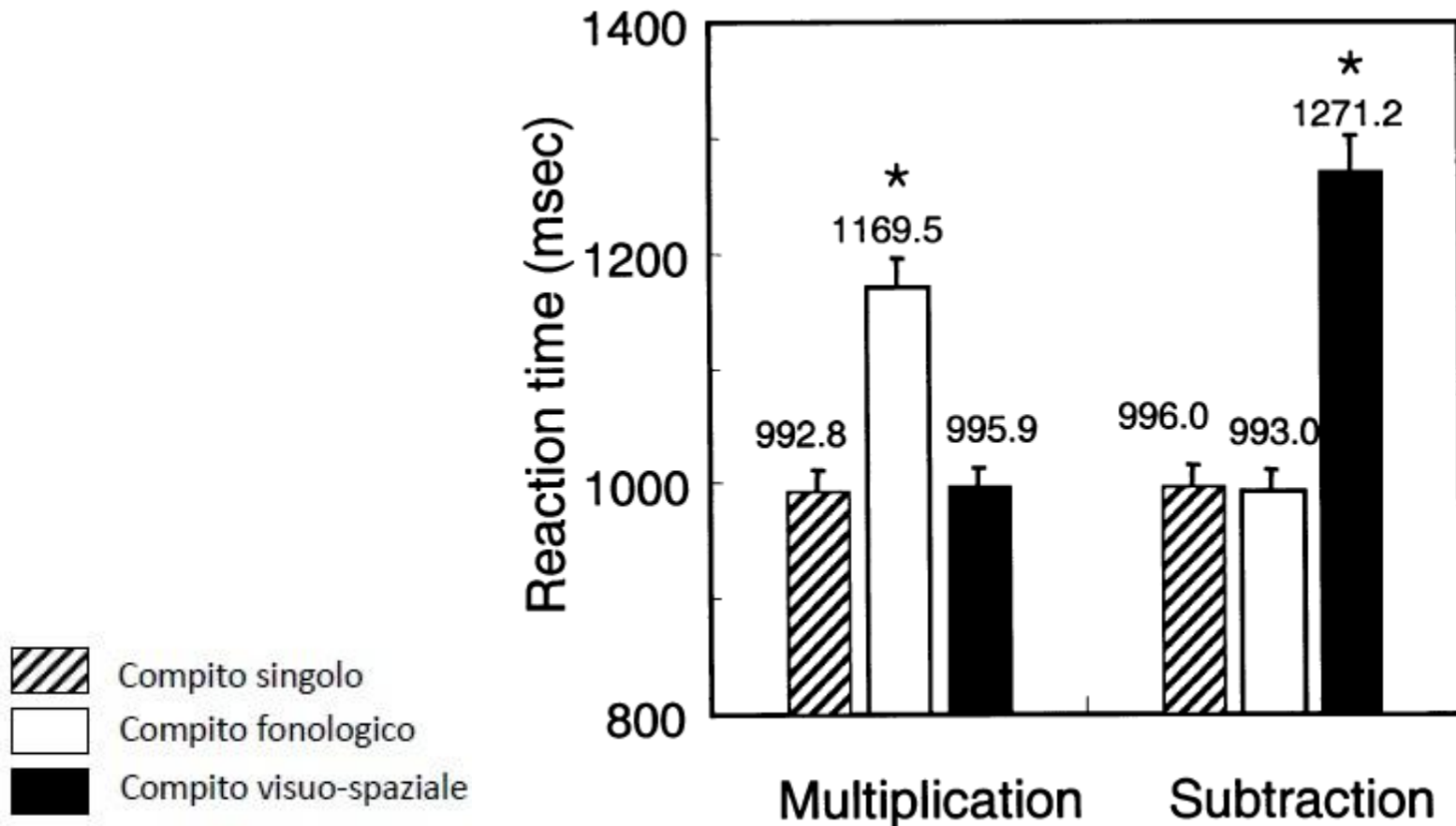
# Calcolo e linguaggio

- Ruolo del linguaggio (rappresentazioni verbali) nel calcolo
- memorizzazione e nel recupero dei « fatti aritmetici » (Tabelle moltiplicative e additive)
- Recupero nel tempo delle relazioni aritmetiche tra numeri



# Calcolo e linguaggio

Paradigma del **doppio compito** (Lee, 2002)



# Calcolo e linguaggio

## Studi con training iniziale (Deahene, 1999)

Soggetti bilingui hanno memorizzato addizioni a 2 cifre in una delle loro due lingue. Dopo l' apprendimento i ricercatori hanno verificato la generalizzazione

1. all'altra lingua

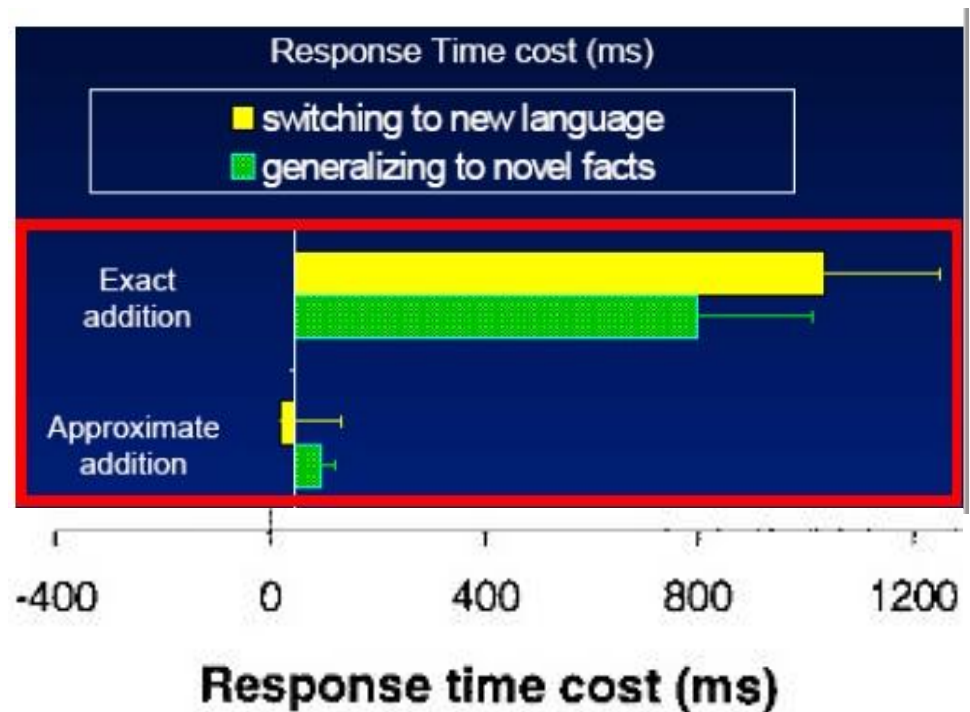
2. a fatti aritmetici simili (si differenziava di qualche unità)

- **Test di calcolo esatto:** Quanto fa ventiquattro più trentasette? Sessantuno o cinquantasette?
- **Test di calcolo approssimativo:** Ventiquattro più trentasette fanno più o meno... Sessanta o quaranta?

# Calcolo e linguaggio

Studi con training iniziale (Deahene, 1999)

**Grafici risposte:** si misura il tempo di risposta messo in più nel test rispetto al training.



# Calcolo e linguaggio

**Conclusione: il calcolo aritmetico esatto si basa su un codice linguistico verbale legato al formato in cui si è appreso originariamente!**

# Calcolo e linguaggio

Gruppo A accademici matematici

Gruppo B accademici ambito letterario

Ascolto di enunciati di conoscenza generale e specificatamente matematica:

*“If  $G$  is an abelian group, then the endomorphisms of  $G$  form a ring”*

*“In the Catholic religion priests are not allowed to get married”*

A tutti i soggetti veniva chiesto emettere giudizio sulla verità di questi enunciati

# Calcolo e linguaggio

