



# *Νευροψυχολογία και ειδικές διαταραχές μάθησης*

Διδάσκων : Αργύρης Καραπέτσας  
Καθηγητής Νευροψυχολογίας – Νευρογλωσσολογίας  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

- Μάθηση και κατάκτηση των Μαθηματικών

## ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ 1/2

- Με τον όρο αριθμητική νοείται η μάθηση πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού, διαίρεσης, αλγορίθμων και ανώτερων μαθηματικών. Γνώση συμβόλων μαθηματικών, αριθμών και της γραφής τους π.χ. Αραβικοί Αριθμοί  $3 = \text{Τρία}$ .
- Τα παιδιά ήδη από την ηλικία των 3 – 4 ετών ξεκινούν να εμφανίζουν ικανότητες στην αρίθμηση.

## ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ 2/2

- Πέντε αρχές προαπαιτούνται για την κατάκτηση της αρίθμησης= Gelman et Meck (1983):
  - 1. Σχέση αριθμού αντικειμένου.
  - 2. Σταθερότητα στην τάξη αρίθμησης 1, 2, 3, 4, 5, κλπ.
  - 3. Το τελευταίο αριθμημένο αντικείμενο δίνει την ποσότητα της ομάδας π.χ. 1-10=10.
  - 4. Η ετερογένεια των αντικειμένων δεν μειώνει τον αριθμό τους.
  - 5. Η αρίθμηση διαφορετικών αντικειμένων δεν επιδρά στον αριθμό τους.

# Στοιχεία Γλωσσικής Αρίθμησης

- Υπάρχουν 5 επίπεδα:
  - 1. Για να αριθμήσει πρέπει να κατανοήσει την αρχή (ένα, δύο, τρία...)
    - 2. Το όνομα του αριθμού έχει ταυτότητα και συσχέτιση με κάποιο αντικείμενο.
    - 3. Αριθμητική συνέχεια, αρχή αρίθμησης από οποιοδήποτε αριθμό, μπορεί να πει ποιος προηγείται και έπεται π.χ. τον 5.

- 4. Χρήση της γλωσσικής αρίθμησης για πρόσθεση και αφαίρεση και
- 5. Αρίθμηση διπλής κατεύθυνσης (1,2,3,4,5-5,4,3,2,1) (Fuson et al, 1982, Focycl, 1990, Pesenti,1995).

# Ανάπτυξη Αριθμητικών Δεξιοτήτων

## 1/5

- **1. Προσχολική περίοδος (0-5) 1/2**
  1. **α) 0-3** . Τους πρώτους μήνες της ζωής του παιδιού αρχίζει η έννοια της διατήρησης των αντικειμένων. Την ίδια στιγμή (3-15-24 μήνες) γίνεται σημαντική δενδριτική ανάπτυξη στο Κ.Ν.Σ. Η ανάπτυξη αυτής της ικανότητας είναι σημαντικότερη για την ανάπτυξη κατανόησης της έννοιας της ποσότητας και των αριθμών.

# Ανάπτυξη Αριθμητικών Δεξιοτήτων

## 2/5

- **1. Προσχολική περίοδος (3-6) (0-5) 2/2**
  - **β) 3-6**χρ. Κατανοεί την έννοια ίδιο και διαφορετικό, συγκρίνει τα αντικείμενα με βάση το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα, τακτοποιεί τα αντικείμενα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, κατανοεί έννοιες όπως: μακρός, λίγος, μικρός, μερικός, μεγάλος, λιγότερο, περισσότερο.



– Πιάνει τα αντικείμενα ανάλογα με το μέγεθός τους. Κατανοεί τη σχέση 1 προς 1. Μπορεί να χρησιμοποιήσει αντικείμενα για να κάνει προσθέσεις απλές. Αναγνωρίζει τους αριθμούς 0-9, μετράει ως το 10. Αντιγράφει σχήματα και αριθμούς. Ταξινομεί τα αντικείμενα ανάλογα με τον αριθμό τους. Γράφει τα σχήματα και μπορεί να δημιουργήσει και περίπλοκα σχήματα.

# Ανάπτυξη Αριθμητικών Δεξιοτήτων

## 3/5

- **2. Σχολική (6-12) 1/2**
  - 1. Ταξινομεί τα αντικείμενα κατά δεκάδες.
  - 2. Διαβάζει και γράφει από το 0-99.
  - 3. Λέει το χρόνο.
  - 4. Λύνει προβλήματα με ελλιπή στοιχεία.
  - 5. Καταλαβαίνει τα μισά και το τέταρτο.
  - 6. Μετράει τα αντικείμενα.
  - 7. Ονομάζει τις αξίες των χρημάτων.
  - 8. Μετράει τον όγκο.

# Ανάπτυξη Αριθμητικών Δεξιοτήτων

## 4/5

- **2. Σχολική (6-12) 2/2**
  - 9. Υπολογίζει ανά 2, 5, 10.
  - 10. Λύνει προβλήματα που θέλουν αφαίρεση και πρόσθεση.
  - 11. Χρησιμοποιεί για μέτρημα την ομαδοποίηση.
  - 12. Κατανοεί τους τακτικούς αριθμούς.

- 13. Ολοκληρώνει και κατανοεί εύκολα γλωσσικά προβλήματα.
- 14. Αρχίζει να κατανοεί το χώρο και τους χάρτες.
- 15. Διακρίνει το χρονικό κενό.
- 16. Εκτιμά την καλύτερη επίλυση ενός προβλήματος.
- 17. Τελειοποιεί τις βασικές αριθμητικές πράξεις.

# Ανάπτυξη Αριθμητικών Δεξιοτήτων

## 5/5

- **3. Μέση εκπαίδευση (12-18)**
  - 1. Χρησιμοποιεί τους αριθμούς στην καθημερινή του ζωή.
  - 2. Γνωρίζει τους Ρωμαϊκούς αριθμούς και τους ελληνικούς.
  - 3. Χρησιμοποιεί τους υπολογιστές.
  - 4. Στις αγοροπωλησίες μπορεί να εκτιμήσει τα πάντα .
  - 5. Διαβάζει χάρτες, σχέδια κλπ.

- 6. Κατανοεί τις μαθηματικές οδηγίες.
- 7. Κατανοεί τις πιθανότητες.
- 8. Τελειοποιεί την έννοια επίλυσης προβλημάτων.

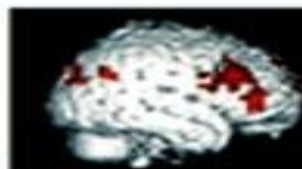
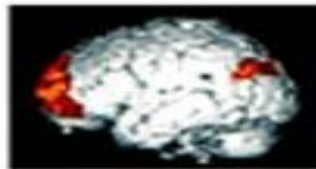
# Dehaene and Kiefer et. al. 1/2

- PET, fMRI, ERP
- Διαφορετικά εγκεφαλικά συστήματα ενεργοποιούνται για **νοητούς πολλαπλασιασμούς** για ζεύγη αριθμών και διαφορετικά για **σύγκριση** μικρότερου μεγαλύτερου πάλι για ζεύγη αριθμών.
- Σημαντικότετος ο ρόλος των βρεγματικών περιοχών και στα δύο ημισφαίρια για την αριθμητική.

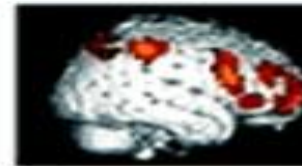
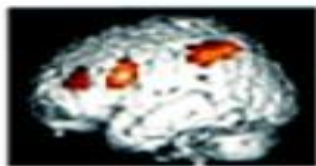
# Dehaene and Cohen

- Υπολογισμοί (σε λεκτικό επίπεδο) με ακρίβεια π.χ. «επτά φορές το πέντε...» ενεργοποιούν μια μεγάλη περιοχή στον αριστερό άνω προμετωπιαίο φλοιό.
- Υπολογισμοί κατά προσέγγιση π.χ. «ποιο είναι μεγαλύτερο το πέντε ή το επτά;» ενεργοποιούν τις άνω βρεγματικές περιοχές και των δύο ημισφαιρίων

fMRI

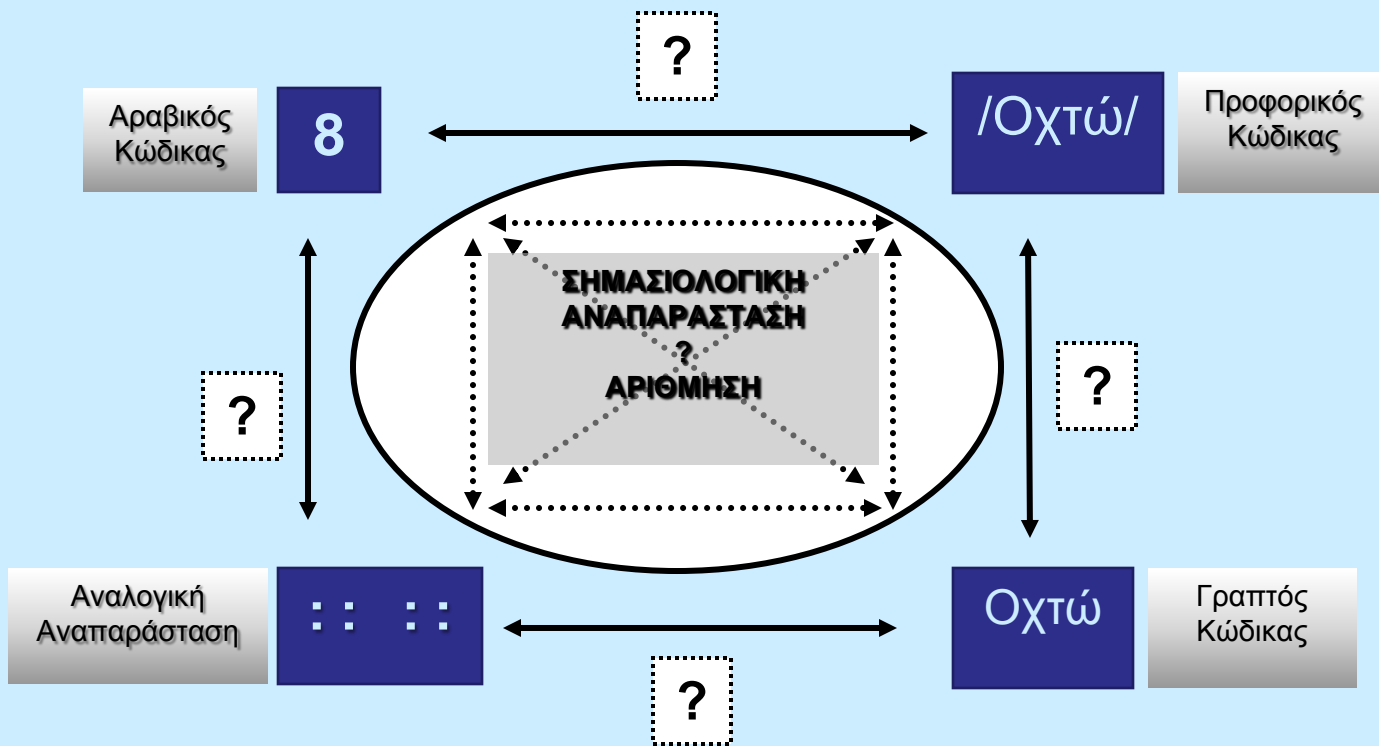


Rote  
(Exact)



Spatial  
(Approx)

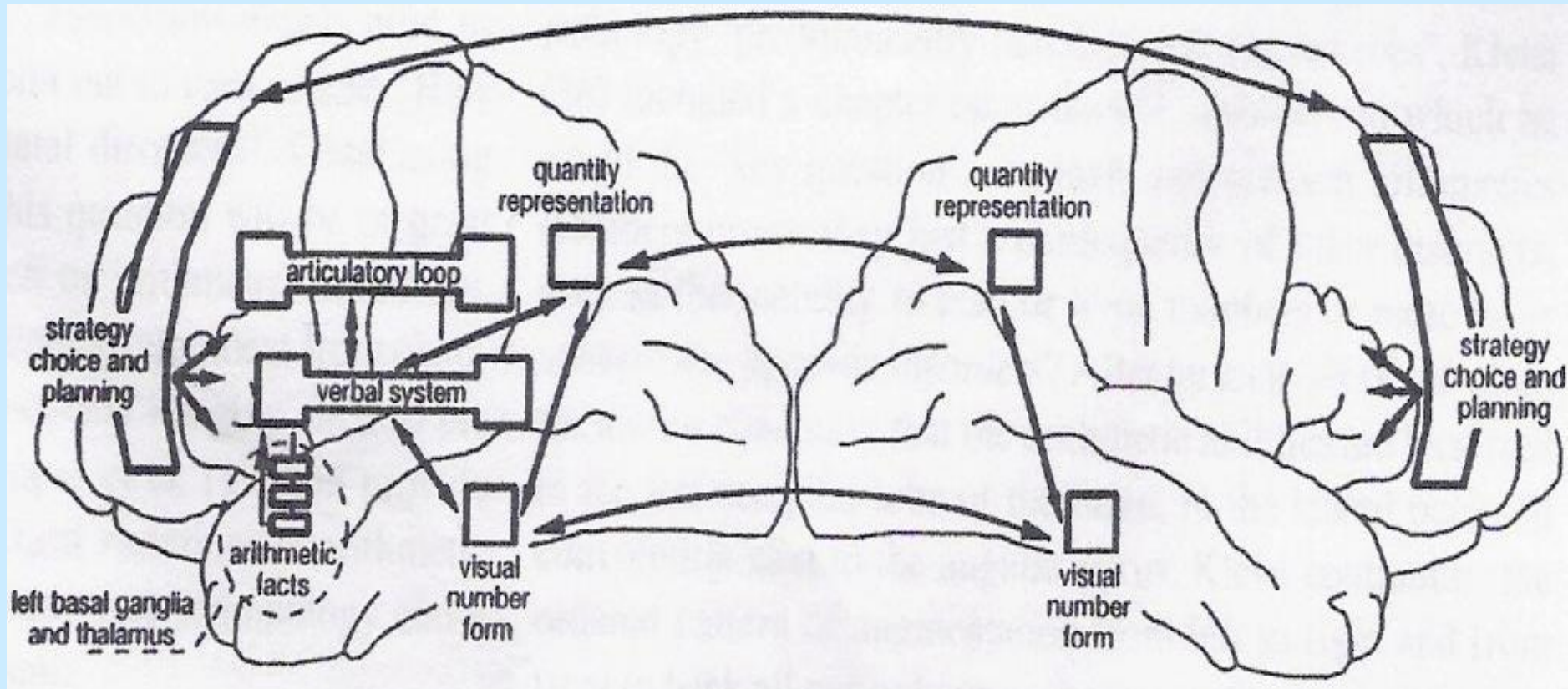




Διαφορετικές Αναπαράστασεις του Αριθμού

# The Triple Code model

*Dehaene and Cohen*



## Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- Το **Μοντέλο τριπλού κώδικα** (Dehaene, 1992) είναι ένα λειτουργικο-ανατομικό μοντέλο για την επεξεργασία των αριθμών. Στηρίζεται σε 2 αρχές:

# Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- 1.Οι αριθμοί μπορούν να αναπαρασταθούν νοερά σε 3 διαφορετικούς κώδικες( αραβικός, λεκτικός, και κώδικά μεγέθους).
- 2.κάθε αριθμητική διαδικασία είναι συνδεδεμένη με ένα συγκεκριμένο κώδικα εισόδου και εξόδου.

# Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- Σύμφωνα με τα μοντέλο αυτό υπάρχουν 3 κατηγορίες νοητικών αναπαραστάσεων σύμφωνα με τις οποίες μπορεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος να επεξεργαστεί τους αριθμούς:

# Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- 1. Ένας οπτικός αραβικός αριθμητικός τύπος με τον οποίο οι αριθμοί αναπαριστώνται σαν σειρές ψηφίων. (Caramazza & Hillis, 1990)

## Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- 2. Ένας λεκτικός τύπος ο οποίος αναπαριστά τους αριθμούς ως συντακτικά οργανωμένες ακολουθίες λέξεων (McCloskey, Sokol & Goodman, 1986; Cohen & Dehaene, 1991).

# Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- Σύμφωνα με το μοντέλο του τριπλού κώδικα, ούτε ο οπτικός αραβικός αριθμητικός τύπος, ούτε ο λεκτικός τύπος – η λέξη δεν περιέχουν κάποια πληροφορία ως προς τη σημασία. Η σημασία των αριθμών αναπαρίσταται στον τρίτο πόλο του μοντέλου, αυτό της αναπαράστασης του μεγέθους. Σε αυτό το επίπεδο, η ποσότητα ή το μέγεθος που σχετίζεται, αντιστοιχεί σε ένα αριθμό ανακαλείται και έτσι μπορεί να συγκριθεί με άλλες αριθμητικές ποσότητες.



# Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- 3. Ένας αναλογικός τύπος μεγέθους.

## Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

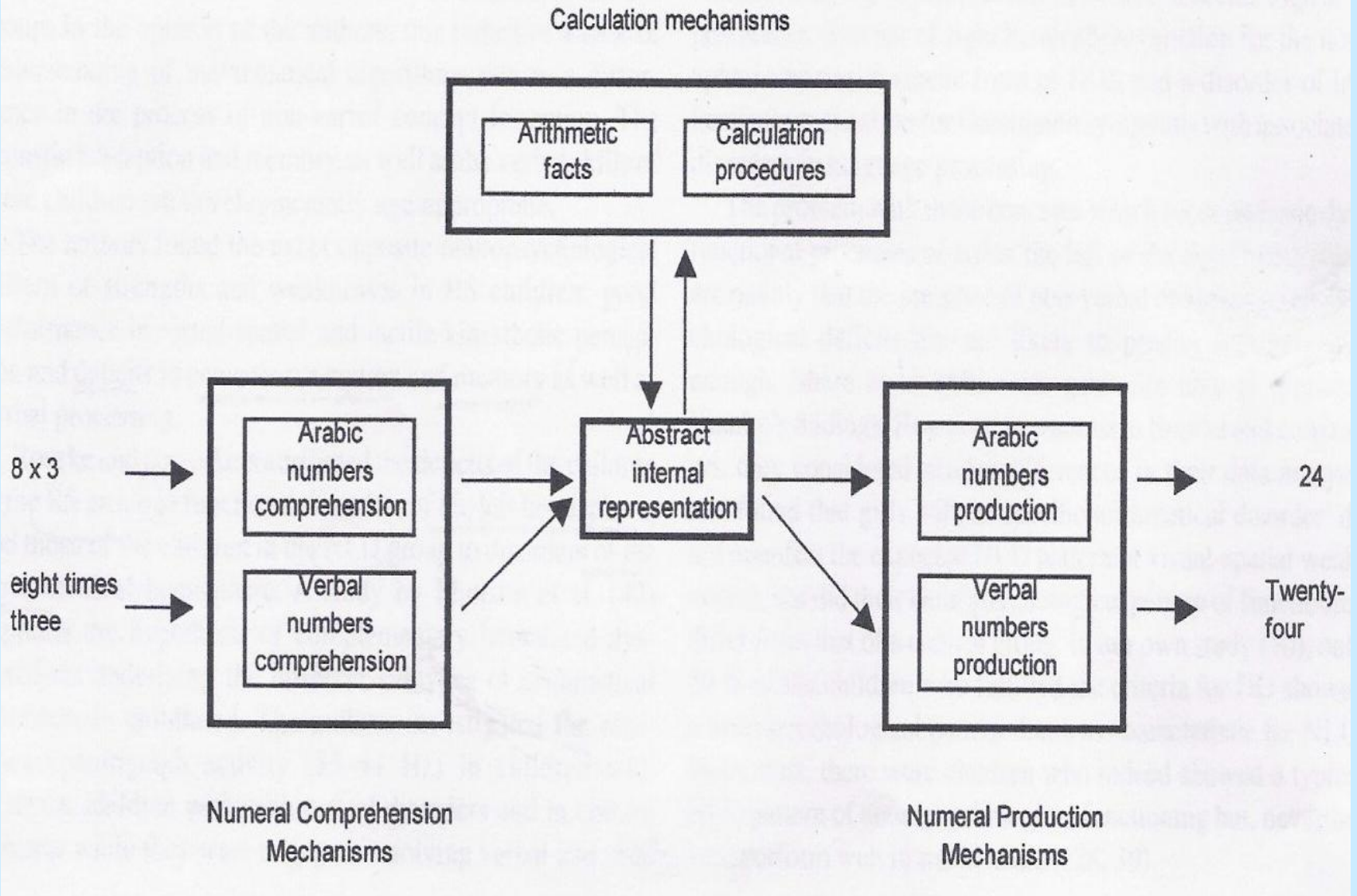
- Όταν ένα παιδί επεξεργάζεται ένα αριθμό εκτελεί 3 διαφορετικές λειτουργίες :

## Το Μοντέλο τριπλού κώδικα

- 1.Οπτική επεξεργασία όταν βλέπει έναν αριθμό ( σαν οποιαδήποτε εικόνα, π.χ.4)
- 2.Γλωσσική επεξεργασία όταν διαβάζει ή ακούει τον αριθμό σαν λέξη – τέσσερα
- 3.Επεξεργασία όσον αφορά την ποσότητα , το μέγεθος του αριθμού -  $4 > 1$ .

# McCloskey et.al.

“



## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Το μοντέλο της φυσιολογική αριθμητικής λειτουργίας του Closkey et al περιλαμβάνει δύο κύρια συστήματα, ένα σύστημα επεξεργασίας των αριθμών και ένα σύστημα των αριθμητικών πράξεων.

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Όπως φαίνεται και στον πίνακα στο **σύστημα επεξεργασίας των αριθμών** υπάρχουν δύο υποσυστήματα, ένα για την κατανόηση των αριθμών και ένα για την παραγωγή των αριθμών.

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- **Το σύστημα των αριθμητικών πράξεων** περιλαμβάνει τις απλές πράξεις και τις διαδικασίες που είναι αναγκαίες για την εκτέλεση των μαθηματικών πράξεων.

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Οι μηχανισμοί των δύο συστημάτων δηλαδή οι μηχανισμοί και για την επεξεργασία των αριθμών (την κατανόηση και την παραγωγή των αριθμών) όπως και για τις αριθμητικές πράξεις είναι ξεχωριστά συστήματα αλλά σχετίζονται πολύ μεταξύ τους.



## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Το σύστημα επεξεργασίας των αριθμών όπως έχει ήδη τονισθεί περιλαμβάνει συστήματα για την κατανόηση και την παραγωγή των αριθμών, τόσο των λεκτικών (δηλαδή, πέντε) όσο και των αραβικών (δηλαδή, 5).

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Τα υποσυστήματα για τους λεκτικούς και τους αραβικούς μηχανισμούς περιλαμβάνουν μηχανισμούς για δύο διακριτούς τύπους επεξεργασίας των αριθμών.

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Η λεξιλογική επεξεργασία περιλαμβάνει την κατανόηση ή την παραγωγή των ιδιαίτερων στοιχείων ενός αριθμού ( δηλ. το ψηφίο =8 ή τη λέξη = οχτώ).

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Η συντακτική επεξεργασία περιλαμβάνει την επεξεργασία των σχέσεων ανάμεσα στους αριθμούς για την κατανόηση ή την παραγωγή πολυψήφιων αριθμών ( δηλαδή, κατανόηση ότι το 7 στο 785 σημαίνει 7 εκατοντάδες, το 8 σημαίνει δεκάδες κλπ.).

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Το δεύτερο κύριο σύστημα στο μοντέλο του Closkey είναι το σύστημα των αριθμητικών πράξεων .

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Εξαιτίας του ότι το σύστημα επεξεργασίας των αριθμών (παραγωγή και κατανόηση) που αναφερθήκαμε προηγουμένως είναι αναγκαίο προαπαιτούμενο για τη σωστή εκτέλεση των αριθμητικών πράξεων, θεωρείται ένα από τα 3 βασικά υποσυστήματα που αποτελούν το σύστημα των αριθμητικών πράξεων.

## Μοντέλο Mc Closkey et al – Το Σύστημα επεξεργασίας των αριθμών

- Τα υπόλοιπα υποσυστήματα είναι αυτά για την επεξεργασία των συμβόλων και των λέξεων που συνεπάγονται τις αριθμητικές πράξεις ( + ή και ), για την αποθήκευση και ανάκτηση από τη μνήμη των απλών αριθμητικών πράξεων και των διαδικασιών που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση των 4 αριθμητικών πράξεων. (Α. Τζοβάρα ,2007, Περικλειδάκης,2003).

# Εργαζόμενη Μνήμη <sup>1/2</sup>

- Φτωχό σύστημα εργαζόμενης μνήμης οδηγεί σε δυσκολίες στην απλή αριθμητική.
- Lemaire et. al. Αποδίδουν μεγάλη σχέση μεταξύ των απλών προσθέσεων και πολλαπλασιασμών στις επιτελικές λειτουργίες της εργαζόμενης μνήμης.
- Ο φωνολογικός μηχανισμός και οι επιτελικές λειτουργίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην νοητή αρίθμηση και στους υπολογισμούς πράξεων με πολλά ψηφία.
- Η εργαζόμενη μνήμη παίζει μεγάλο ρόλο στην ανάκληση αριθμητικών δεδομένων.



# Εργαζόμενη Μνήμη <sup>2/2</sup>

Αξίζει να σημειώσουμε ότι:

- Οι χρόνοι αντίδρασης (RT, reaction times) εξαρτώνται από το μέγεθος και τη δυσκολία του προβλήματος. Μεγαλύτερα προβλήματα (π.χ. 9 x 7) έχουν ως αποτέλεσμα σε μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης και περισσότερα λάθη από ότι ευκολότερα προβλήματα (π.χ. 3 x 2).
- Τα αποτελέσματα των αποκαλούμενων δυσκολότερων / μεγαλύτερων προβλημάτων φαίνεται να έχουν άμεση σχέση με τις διαδικασίες ανάκλησης μνήμης, δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται για τη πρόσβαση στη λύση στο δίκτυο της μνήμης