

Το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών: Μια μελέτη της δομής και της ανάπτυξής του

ΜΑΡΙΑ ΠΛΑΤΣΙΔΟΥ¹

Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΑΝΔΡΕΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σύστημα επεξεργασίας, κατά τη θεωρία των Δημητρίου & Ευκλείδη, ευθύνεται για την επεξεργασία των πληροφοριών και περιλαμβάνει τρεις γνωστικές παραμέτρους, την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και τη βραχύχρονη μνήμη. Δύο κύρια ερωτήματα, σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών, εξετάστηκαν στην έρευνα: (1) αν η δομή και η οργάνωση του συστήματος επεξεργασίας είναι ανεξάρτητη από τα ειδικά συμβολικά συστήματα αναπαράστασης των πληροφοριών ή ποικίλλει ανάλογα με το σύστημα που αφορά και (2) πώς αναπτύσσονται οι παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας με την πρόοδο της ηλικίας, σε σχέση με τα διάφορα συμβολικά συστήματα. Τα ερωτήματα αυτά διερευνήθηκαν σε ένα δείγμα 120 ατόμων, ηλικίας 8-14 ετών. Χρησιμοποιήθηκαν έργα που απαιτούσαν την ενεργοποίηση μιας, δυο και τριών παραμέτρων, αντίστοιχα, και απευθύνονταν σε τρία συμβολικά συστήματα: το λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η οργάνωση και η λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας είναι ίδια σε όλα τα συμβολικά συστήματα, μολονότι το καθένα διατηρεί κάποιες ιδιομορφίες. Ως προς την ανάπτυξη, οι παράμετροι της επεξεργασίας είχαν περίπου την ίδια μορφή συμμεταβολής με την ηλικία σε όλα τα συμβολικά συστήματα, όχι όμως και τα ίδια ανώτερα και κατώτερα όρια. Η επίδοση των ατόμων και στις τρεις παραμέτρους ήταν καλύτερη στο αριθμητικό και το λεκτικό συμβολικό σύστημα από ό,τι στο εικονικό.

Ο ανθρώπινος νους βρίσκεται σε αέναη δράση και αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και αντιμετωπίζει συνεχώς μικρά και μεγάλα προβλήματα. Κάποια από αυτά προέρχονται άμεσα από το εξωτερικό περιβάλλον, ενώ άλλα προκύπτουν από εσωτερικές γνωστικές διεργασίες. Όλα, όμως, απαιτούν τη συστηματική επεξεργασία των πληροφοριών για την επίτευξη της λύσης του προβλήματος. Η διεκπεραίωση αυτού του σκο-

πού απαιτεί την εμπλοκή και τη συντονισμένη δράση των γνωστικών διαδικασιών του νου.

Η ενασχόληση του γνωστικού συστήματος με ποικίλα προβλήματα διέρχεται από ορισμένες φάσεις. Στα πρώτα βήματα της προσέγγισης κάθε γνωστικού προβλήματος λαμβάνουν χώρα διεργασίες όπως η καταγραφή, η κωδικοποίηση και η αναπαράσταση των διαθέσιμων πληροφοριών. Ως αποτέλε-

1. Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας η συγγραφέας εργαζόταν στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Διεύθυνση: Μ. Πλατσίδου, Τμήμα Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, 74 100 Ρέθυμνο

σμα, προσδιορίζονται καταρχήν το είδος και ο στόχος του προβλήματος, προϋποθέσεις απαραίτητες για την εύρεση ή την επιλογή των κατάλληλων γνωστικών λειτουργιών ή στρατηγικών για την επίλυση του προβλήματος. Στη συνέχεια, η επεξεργασία του προβλήματος επιμερίζεται συνήθως σε ειδικούς στόχους, ο καθένας από τους οποίους προσεγγίζεται με μια ακολουθία διεργασιών όπως αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στη φάση αυτή επιχειρούνται συχνοί έλεγχοι κατά τους οποίους τα προϊόντα της επεξεργασίας συγκρίνονται με τους επιμέρους ενδιάμεσους στόχους ή με τον τελικό στόχο. Οι έλεγχοι αυτοί σκοπό έχουν να εξασφαλίσουν ότι, κατά τη μετάβαση από φάση σε φάση της επεξεργασίας, ο λύτης του προβλήματος θα επιλέξει και θα προβάλει στην επόμενη φάση τις πιο κατάλληλες προς τους επιμέρους αλλά και τους τελικούς στόχους πληροφορίες.

Επιπλέον, καθώς η επεξεργασία των πληροφοριών εξελίσσεται προοδευτικά, είναι απαραίτητη η διατήρηση στη μνήμη των προϊόντων από τις επιμέρους φάσεις της επεξεργασίας μέχρι την ολοκλήρωσή της. Στη φάση εκείνη θα πρέπει τα προϊόντα όλων των επιμέρους φάσεων να συνοψιστούν και να συμπληχθούν για να οδηγήσουν στην τελική λύση. Στην τελευταία αυτή φάση, η εκτίμηση του αποτελέσματος σε σχέση με τον αρχικό στόχο του προβλήματος σηματοδοτεί την επιτυχημένη ή όχι περάτωση της επεξεργασίας.

Στα απλά προβλήματα οι διεργασίες των πρώτων φάσεων της επεξεργασίας πραγματοποιούνται εύκολα, γρήγορα και, μερικές φορές, χωρίς συνειδητή προσπάθεια από το άτομο. Όταν όμως τα προβλήματα είναι σύνθετα, οι παραπάνω διεργασίες γίνονται με μικρές ή μεγαλύτερες δυσκολίες, απαιτούν δηλαδή περισσότερο χρόνο, προσπά-

θεια και προσοχή. Οι γνωστικοί ψυχολόγοι αποδίδουν αυτή την αδυναμία στο γεγονός ότι η ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών του ανθρώπινου γνωστικού συστήματος είναι πεπερασμένη. Κατά συνέπεια, τόσο η διεξαγωγή όσο και η αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας εξαρτώνται, σε ένα βαθμό, από τις απαιτήσεις που θέτουν στο δυναμικό του γνωστικού συστήματος τα συγκεκριμένα έργα (Norman & Bobrow, 1975).

Η φύση και η λειτουργία της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας για πολλούς γνωστικούς ψυχολόγους (Kahneman, 1973. Navon & Gopher, 1979. Posner & McLeod, 1982) και εξελικτικούς ψυχολόγους (Case, Kurland, & Goldberg, 1982. Pascual-Leone, 1988). Οι ερευνητές αυτοί προσπάθησαν να απομονώσουν και να μελετήσουν τις γνωστικές διαδικασίες που εμπλέκονται κατά την επεξεργασία των πληροφοριών καθώς και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν τη γνωστική ανάπτυξη. Οι γνωστικές διαδικασίες που έχουν μελετηθεί ως οι κυριότερες παράμετροι της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών είναι η ταχύτητα της επεξεργασίας (Jensen, 1980. Kail & Salthouse, 1994. Posner & McLeod, 1982), ο έλεγχος της επεξεργασίας (Kahneman, 1973. Schneider & Shiffrin, 1977. Shiffrin & Schneider, 1977) και η βραχύχρονη μνήμη (Case et al., 1982. Pascual-Leone, 1988).

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι οι ερευνητές που αναφέρθηκαν παραπάνω συγκεντρώθηκαν στη μια ή στην άλλη από τις παραμέτρους αυτές, θεωρώντας ότι αυτή είναι η πιο σημαντική από τις άλλες ή ότι οι άλλες θα μπορούσαν να αναχθούν στην προτιμهیία παράμετρο. Στο πλαίσιο της θεωρίας που προτάθηκε από τους Δημητρίου & Ευκλείδη και άλλους συνεργάτες (Demetriou, 1993. Δημητρίου, 1993. Demetriou, Efklides,

& Platsidou, 1993), και οι τρεις παράμετροι θεωρήθηκαν ως εξίσου σημαντικές διαστάσεις προσδιοριστικές της λειτουργίας του συστήματος επεξεργασίας του ατόμου. Με την έννοια αυτή, καθεμιά από τις παραπάνω παραμέτρους, μολοντί ενδεχομένως σχετική με τις άλλες, θεωρήθηκε ως δείκτης μιας διαφορετικής άποψης του είδους και της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας για την οποία είναι ικανό το άτομο σε μια περίοδο της ηλικίας του. Η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε στα πλαίσια αυτής της θεωρίας. Για το λόγο αυτό, στις σελίδες που ακολουθούν θα παρουσιαστούν οι θέσεις της θεωρίας αυτής ως προς το σύστημα της επεξεργασίας.

Το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών

Αναφέρθηκε ήδη ότι το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών εμπλέκει τρεις αυτόνομες αλλά συσχετιζόμενες γνωστικές διαδικασίες: την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και τη βραχύχρονη μνήμη. Όπως είναι γνωστό, η επεξεργασία των πληροφοριών είναι μια σύνθετη διεργασία που πραγματοποιείται ακολουθώντας ορισμένα στάδια (Wickens, 1974). Η διεξαγωγή της μπορεί να περιγράψει ως μια συνεχής πορεία λήψης αποφάσεων στις ποικίλες φάσεις της ενασχόλησης του γνωστικού συστήματος με κάθε πρόβλημα. Στο στάδιο της απλής πρόσληψης, το γνωστικό σύστημα αποφασίζει σε ποιες πληροφορίες θα αποδώσει προσοχή. Στη συνέχεια, θα αποφασίσει ποιες πληροφορίες θα συμπεριλάβει και ποιες θα αποκλείσει ή με ποια προτεραιότητα θα τις επεξεργαστεί. Τέλος, θα πρέπει να αποφασίσει ποια είναι η πιο κατάλληλη μεθόδευση για την εκδήλωση της σωστής αντίδρασης. Είναι φανερό, λοιπόν, η ανάγκη για την εφαρ-

μογή μιας διαδικασίας ελέγχου κατά την επεξεργασία.

Η ταχύτητα της επεξεργασίας κατέχει ένα σημαντικό ρόλο σε όλες σχεδόν τις φάσεις της επεξεργασίας. Με τον όρο αυτό δηλώνεται η μέγιστη δυνατή ταχύτητα με την οποία κανείς αντιδρά σε ή επεξεργάζεται ένα ερέθισμα. Υπό την έννοια αυτή, η ταχύτητα με την οποία γίνεται η πρόσληψη, η κωδικοποίηση, η ανάσχεση, η ιεράρχηση, κτλ. των πληροφοριών και η εκδήλωση της αντίδρασης είναι κρίσιμη. Όσο πιο σύντομα εκτελούνται αυτές οι διεργασίες τόσο πιο γρήγορα ελευθερώνεται ο χώρος της επεξεργασίας και είναι έτοιμος να δεχτεί το επόμενο κύμα πληροφορίας.

Σε όλη τη διάρκεια που εκτελούνται οι παραπάνω διεργασίες, είναι προφανές η ανάγκη να διατηρούνται ενεργοποιημένες στο χώρο της επεξεργασίας οι μονάδες πληροφορίας ή τα προϊόντα των επιμέρους φάσεων της επεξεργασίας, ώσπου να ολοκληρωθεί η επεξεργασία και να εκπληρωθεί ο στόχος. Υπάρχει, δηλαδή, η ανάγκη για αποθήκευση και διατήρηση των πληροφοριών για όσο διάστημα απαιτείται. Η ανάγκη αυτή εξυπηρετείται στη βραχύχρονη μνήμη.

Οι γνωστικές διαδικασίες που μόλις περιγράφηκαν συνυπάρχουν στο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών ως αυτόνομες αλλά αλληλοεξαρτώμενες παράμετροι. Πρέπει να σημειωθεί ότι η αναγκαιότητα για ένα πολυδιάστατο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών έχει προκύψει από ένα μεγάλο αριθμό ερευνών, οι οποίες έγιναν με σκοπό να προσδιορίσουν τις γνωστικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την επεξεργασία (π.χ., Carlson, Jensen, Widaman, 1983). Εξάλλου, πολλά από τα σύγχρονα θεωρητικά μοντέλα για την ερμηνεία της γνωστικής ανάπτυξης συνεκτιμούν το ρόλο των βασι-

κών γνωστικών διαδικασιών, όπως είναι η ταχύτητα της επεξεργασίας, ο έλεγχος της επεξεργασίας και η βραχύχρονη αποθήκευση. Με άλλα λόγια, έχει αναγνωριστεί, στον έναν ή στον άλλο βαθμό, ότι η ερμηνεία της δομής και της ανάπτυξης του γνωστικού συστήματος προϋποθέτει την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο σχετίζονται μεταξύ τους οι βασικές διαδικασίες της επεξεργασίας. Όμως, οι περισσότεροι θεωρητικοί αποδίδουν πρωταγωνιστικό ρόλο σε μια από αυτές τις διαδικασίες – αυτή είναι κυρίως η βραχύχρονη μνήμη (Case et al., 1982. Pascual-Leone, 1988) – και υπάγουν τις άλλες σε αυτή ή τις θεωρούν ως διαφορετικές εκφάνσεις της πρώτης. Τέλος, κάποιοι θεωρητικοί παραγκωνίζουν ολότελα το ρόλο ορισμένων από αυτές, αφήνοντας έτσι σημαντικά κενά στην ερμηνευτική ισχύ του μοντέλου που προτείνουν για τη γνωστική ανάπτυξη – π.χ., ο Pascual-Leone (1988) δε θεωρεί την ταχύτητα επεξεργασίας ως μια ξεχωριστή παράμετρο της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών (βλ. Πλατοΐδου, 1994, για μια επισκόπηση και κριτική της σχετικής βιβλιογραφίας).

Ανάπτυξη και διαδικαστική εξειδίκευση του συστήματος επεξεργασίας

Η ανάπτυξη των δυο από τις παραμέτρους που περιλαμβάνει το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών, της ταχύτητας επεξεργασίας και της βραχύχρονης αποθήκευσης, έχει μελετηθεί σε πολλές έρευνες. Τα πορίσματα των περισσότερων ερευνών συμπαράγουν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας βελτιώνεται σημαντικά με το πέρασμα της ηλικίας, ιδιαίτερα στα χρόνια ανάμεσα στη μέση παιδική ηλικία και την πρώιμη εφηβεία (Kail, Pellegrino, & Carter, 1980). Επίσης,

μικρή βελτίωση της ταχύτητας επεξεργασίας παρατηρείται στα χρόνια της νεότητας (Δημητρίου, 1993. Kail, 1991). Τέλος, κατά τη μέση και προχωρημένη ηλικία η ταχύτητα της επεξεργασίας μειώνεται σημαντικά (Cohn, Dustman, & Bradford, 1984. Comali, Warner, & Werner, 1962. Δημητρίου, 1993).

Για τη βραχύχρονη μνήμη, τα εμπειρικά δεδομένα έδειξαν ότι αναπτύσσεται σταθερά από τα πρώτα χρόνια της ζωής μέχρι τη μέση εφηβική ηλικία (Case et al., 1982. Dempster, 1985. Pascual-Leone, 1988). Στη συνέχεια, ο ρυθμός αύξησης πέφτει και από τα πρώτα χρόνια της ενήλικης ζωής αρχίζει μια συστηματική έκπτωση της ικανότητας για αποθήκευση πληροφοριών (Δημητρίου, 1993. Weinert, Schneider, & Knopf, 1988).

Ο έλεγχος της επεξεργασίας είναι η παράμετρος που έχει μελετηθεί λιγότερο από τις άλλες ως προς το αναπτυξιακό της πρότυπο. Πρέπει να σημειωθεί ότι λίγοι ερευνητές έχουν μελετήσει τον έλεγχο της επεξεργασίας ως μια ξεχωριστή και μετρήσιμη διαδικασία (Demetriou et al., 1993. Schneider & Shiffrin, 1977), μολονότι όλοι αναγνωρίζουν τη σημασία της για την επεξεργασία. Όπως δείχνουν τα ερευνητικά δεδομένα, το άτομο, καθώς αναπτύσσεται, γίνεται προοδευτικά πιο ικανό να ασκεί έλεγχο κατά την επεξεργασία των πληροφοριών. Η βελτίωση αυτή είναι σταθερή μέχρι την εφηβεία, ενώ στα χρόνια που ακολουθούν ο έλεγχος της επεξεργασίας αρχίζει να επιβραδύνεται και, στη μέση ηλικία, κάμπτεται σημαντικά (Δημητρίου, 1993).

Οι επιδόσεις στις παραπάνω γνωστικές διαδικασίες επηρεάζονται και από έναν άλλο παράγοντα, εκτός από την ηλικία, το συμβολικό σύστημα αναπαράστασης από το οποίο προέρχονται οι πληροφορίες. Με άλλα λόγια, όπως μαρτυρούν τα εμπειρικά δεδομένα,

υπάρχει εξειδίκευση στην αποτελεσματικότητα – και, ενδεχομένως, στην εφαρμογή – των γνωστικών διαδικασιών στα ποικίλα συμβολικά συστήματα. Η Chi (1976) συνοψίζει τα αποτελέσματα μιας σειράς ερευνών που αφορούν τη βραχύχρονη αποθήκευση μονάδων από διαφορετικά συμβολικά συστήματα. Σύμφωνα με αυτά, τα 5χρονα παιδιά συγκρατούν, κατά μέσο όρο, 4.3 αριθμούς, 3.69 γράμματα, 4.3 λέξεις και 4.15 γεωμετρικά σχήματα. Οι ενήλικες συγκρατούν, αντιστοίχως, 7.98 αριθμούς, 7.21 γράμματα, 5.86 λέξεις και 5.31 γεωμετρικά σχήματα. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο ρυθμός αύξησης της βραχύχρονης αποθήκευσης με την ηλικία είναι ταχύτερος στο αριθμητικό συμβολικό σύστημα, ακολουθεί το λεκτικό και, τέλος, το εικονικό.

Τα ερευνητικά πορίσματα που αφορούν τη διαδικαστική εξειδίκευση των γνωστικών παραμέτρων οδηγούν στη διατύπωση ενός σημαντικού ερωτήματος για την επεξεργασία των πληροφοριών. Το ερώτημα αφορά στο αν το σύστημα επεξεργασίας περιλαμβάνει μια ολική ικανότητα που ευθύνεται για την επεξεργασία σε όλα τα συμβολικά συστήματα – και τα αντίστοιχα πεδία της πραγματικότητας – ή αν αποτελείται από πολλές επιμέρους ικανότητες που η καθεμιά εξειδικεύεται στην επεξεργασία πληροφοριών από ένα διαφορετικό συμβολικό σύστημα. Πρόκειται για ένα ερώτημα που απασχολεί από πολλά χρόνια τους θεωρητικούς της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών. Κάποιοι υποστηρίζουν ένθερμα την ύπαρξη πολλαπλών εξειδικευμένων ικανοτήτων επεξεργασίας (Navon & Gopher, 1979. Posner & McLeod, 1982). Αντίθετα, όλοι σχεδόν οι νεο-πιαζετιανοί θεωρητικοί της γνωστικής ανάπτυξης φαίνεται να υποστηρίζουν την αδιαφοροποίητη λειτουργία ενός

ενιαίου συστήματος επεξεργασίας (Case, 1985. Halford, 1993. Pascual-Leone, 1970).

Στόχος και οργάνωση της έρευνας

Η διερεύνηση του παραπάνω ερωτήματος ήταν ένας από τους λόγους που υποκίνησε την έρευνα αυτή. Συγκεκριμένα, η έρευνα σχεδιάστηκε για να μελετήσει τη δομή, την οργάνωση και την ανάπτυξη του συστήματος επεξεργασίας, όταν το άτομο καλείται να επεξεργαστεί πληροφορίες που προέρχονται από διαφορετικά συμβολικά συστήματα αναπαράστασης. Με άλλα λόγια, στόχος της έρευνας ήταν να εξετάσει αν οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στα συμβολικά συστήματα – ως προς την πρόσληψη ή/και την αναπαράσταση των πληροφοριών, την εκδήλωση της αντίδρασης κ.τ.λ. – αντανακλώνται και στον τρόπο που είναι οργανωμένο, λειτουργεί και αναπτύσσεται το σύστημα της επεξεργασίας. Αυτό θα ενίσχυε τα επιχειρήματα για την ύπαρξη πολλαπλών, εξειδικευμένων ικανοτήτων επεξεργασίας. Αντίθετα, αν βρεθεί ότι ο τρόπος επεξεργασίας δεν επηρεάζεται από τη διαφοροποίηση των μονάδων πληροφορίας ως προς τη φύση τους (π.χ., αριθμοί, λέξεις, εικόνες, κ.α.), θα πρέπει να υποθέσει κανείς ότι το σύστημα επεξεργασίας περιλαμβάνει έναν κεντρικό επεξεργαστή που ευθύνεται για την επεξεργασία των πληροφοριών κάθε είδους.

Για τη διερεύνηση του παραπάνω στόχου, το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε περιελάμβανε την εξέταση των τριών παραμέτρων του συστήματος επεξεργασίας, δηλαδή, της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της βραχύχρονης μνήμης. Πιο συγκεκριμένα, τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν διέφεραν ως προς τις παραμέτρους

του συστήματος επεξεργασίας που έπρεπε να εμπλακούν για να επιτευχθεί η λύση. Τα απλούστερα έργα απαιτούσαν μόνο την εμπλοκή της ταχύτητας επεξεργασίας (έργα Τ). Οι απαιτήσεις των έργων αυξάνονταν προοδευτικά έτσι ώστε τα πιο σύνθετα έργα απαιτούσαν και τη συμμετοχή του ελέγχου της επεξεργασίας (έργα Τ+Ε). Μια άλλη κατηγορία έργων απαιτούσε, εκτός από τις παραπάνω διαδικασίες, και τη συμμετοχή της βραχύχρονης μνήμης (έργα Τ+Ε+Μ). Ορισμένα από αυτά τα έργα εξέταζαν την απλή βραχύχρονη αποθήκευση, ενώ τα πιο σύνθετα έργα εξέταζαν την εργαζόμενη μνήμη.

Οι διαδικασίες αυτές μελετήθηκαν καθώς εφαρμόζονταν σε μονάδες πληροφορίας που προέρχονταν από τρία συμβολικά συστήματα: το λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό. Η μελέτη του αναπτυξιακού προτύπου των διαδικασιών έγινε στα χρόνια της σχολικής και της πρώιμης εφηβικής ηλικίας όπου, σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες (Demetriou et al., 1993. Dempster, 1985. Kail, Pellegrino, & Carter, 1980), παρατηρείται ο ταχύτερος ρυθμός ανάπτυξης.

Μέθοδος

Υποκείμενα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 120 άτομα που προέρχονταν, ανά 30, από τέσσερις ομάδες ηλικίας με μέσο όρο 8.1, 10.1, 12.1 και 14 χρόνια, αντίστοιχα. Τα δύο φύλα αντιπροσωπεύονταν εξίσου σε κάθε ομάδα ηλικίας. Τα υποκείμενα φοιτούσαν, αντίστοιχα, στη Γ' και Ε' τάξη Δημοτικού και στην Α' και Γ' τάξη Γυμνασίου του Πειραματικού σχολείου Θεσσαλονίκης. Τα παιδιά προέρχονταν, δηλαδή, από οικογένειες που ανήκουν στο μέσο και στο ανώτερο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο.

Έργα

Τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες: (1) μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας (έργα Τ), (2) μετρήσεις του ελέγχου της επεξεργασίας (έργα Τ+Ε), (3) έργα βραχύχρονης αποθήκευσης και (4) εργαζόμενης μνήμης (έργα Τ+Ε+Μ). Σε κάθε κατηγορία, υπήρχαν έργα που απευθύνονταν, αντίστοιχα, στο λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό συμβολικό σύστημα.

Μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας και του ελέγχου επεξεργασίας

Στην κατασκευή των έργων αυτών εφαρμόστηκαν οι αρχές του φαινομένου Stroop (1935). Το φαινόμενο Stroop αναφέρεται στην αντιληπτική σύγκρουση ενός ατόμου, όταν προσπαθεί να επεξεργαστεί ερεθισμούς που αποτελούνται από ανταγωνιστικά ή αντικρουόμενα χαρακτηριστικά. Το φαινόμενο εφαρμόστηκε αρχικά σε λέξεις που δήλωναν χρώμα και ήταν γραμμένες με μελάνι του ίδιου χρώματος (π.χ., η λέξη “κόκκινο” με κόκκινο χρώμα) ή διαφορετικού χρώματος (π.χ., η λέξη “κόκκινο” με πράσινο χρώμα). Στην πρώτη περίπτωση, το υποκείμενο έπρεπε να αναγνωρίσει τη λέξη, ενώ στη δεύτερη το χρώμα του μελανιού με το οποίο ήταν γραμμένη η λέξη, όσο πιο γρήγορα μπορούσε. Η πρώτη ήταν η συμβατή συνθήκη του έργου, όπου καμία σύγκρουση δεν υπάρχει ανάμεσα στα χαρακτηριστικά του ερεθισμού. Στη δεύτερη συνθήκη, όμως, υπάρχει σύγκρουση ανάμεσα στη σημασία της λέξης και στο χρώμα που είναι γραμμένη, με αποτέλεσμα να παρατηρείται παρεμβολή του ενός χαρακτηριστικού στη διαδικασία επεξεργασίας του άλλου. Αυτή ήταν η ασύμβατη συνθήκη του έργου.

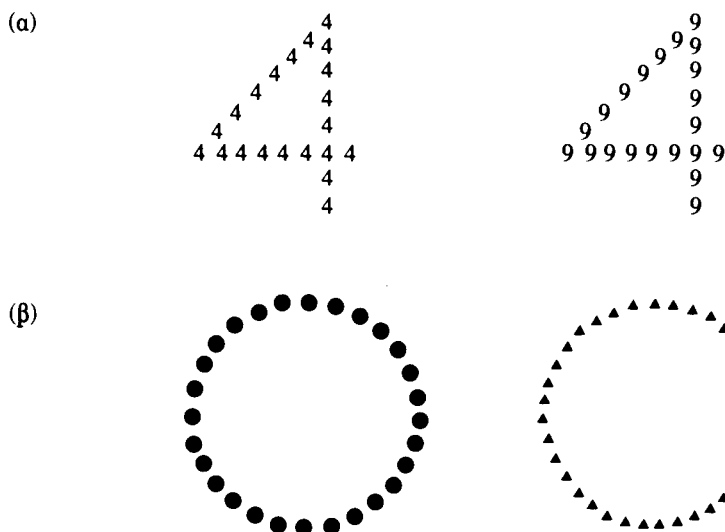
Οι έρευνες που έγιναν πάνω στο φαινόμενο Stroop έδειξαν ότι ενεργοποιούνται διαφορετικού τύπου διαδικασίες για την επεξεργασία των συμβατών και των ασύμβατων συνθηκών (Dyer, 1973. MacLeod, 1991. Stroop, 1935). Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος αναγνώρισης της λέξης σε συμβατή συνθήκη είναι μια καλή ένδειξη για την ταχύτητα επεξεργασίας ενός ατόμου. Αντίθετα, ο χρόνος αναγνώρισης του χρώματος σε ασύμβατη συνθήκη, όπου χρειάζεται να λυθεί μια αντιληπτική σύγκρουση, είναι ενδεικτικός των μηχανισμών ελέγχου της επεξεργασίας (Demetriou et al., 1993. Jensen & Rowher, 1966. Schneider & Shiffrin, 1977).

Κατασκευή των έργων: Η μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας και του ελέγχου επεξεργασίας έγινε με τρία έργα. Το πρώτο ήταν το λεκτικό έργο, όπου το φαινόμενο Stroop εφαρμόζονταν με τον κλασικό τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω (Demetriou et al., 1993). Οι λέξεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν «κόκκινο», «πράσινο» και «κίτρινο». Η καθεμία ήταν γραμμένη στο ίδιο ή σε ένα από τα άλλα δύο χρώματα. Ο χρόνος αναγνώρισης της λέξης στη συμβατή συνθήκη ήταν η μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας, ενώ ο χρόνος αναγνώρισης του χρώματος στην ασύμβατη συνθήκη ήταν η μέτρηση του ελέγχου της επεξεργασίας στο έργο αυτό.

Το δεύτερο ήταν το αριθμητικό έργο και εξέταζε ερεθισμούς που προέρχονταν από το αριθμητικό συμβολικό σύστημα. Συγκεκριμένα, κάθε ερεθισμός αποτελούνταν από ένα μεγάλο μεγέθους αριθμό, το περίγραμμα του οποίου αποτελούνταν από μικρούς σε μέγεθος αριθμούς (βλ. Σχήμα 1α). Ο μεγάλος και οι μικροί αριθμοί αντιστοιχούσαν στην ολική και τη μερική άποψη του ερεθισμού. Στη συμβατή συνθήκη, ο μεγάλος και ο κάθε μικρός αριθμός ήταν ίδιοι (π.χ., ένα μεγάλο 4

αποτελούνταν από μικρά 4). Στην ασύμβατη, ο μεγάλος αριθμός ήταν διαφορετικός από το μικρό (π.χ., ένα μεγάλο 4 αποτελούνταν από μικρά 9). Στην περίπτωση αυτή, προκαλείται παρεμβολή ανάμεσα στις δύο απόψεις του ερεθισμού, ιδιαίτερα κατά την επεξεργασία της μερικής άποψης (Navon, 1977. Stirling & Coltheart, 1977). Η επεξεργασία, δηλαδή, είναι πιο απαιτητική σε χρόνο, προσοχή και προσπάθεια, όταν το άτομο πρέπει να αναγνωρίσει το μικρό αριθμό από ό,τι το μεγάλο. Με άλλα λόγια, στη συνθήκη αυτή το άτομο θα πρέπει να εφαρμόσει ένα μηχανισμό ελέγχου κατά την επεξεργασία των πληροφοριών. Στο έργο αυτό, ο χρόνος αναγνώρισης του μεγάλου αριθμού (ολική άποψη) χρησιμοποιήθηκε ως η μέτρηση της ταχύτητας της επεξεργασίας. Ο χρόνος αναγνώρισης του μικρού αριθμού (μερική άποψη) ήταν η μέτρηση του ελέγχου της επεξεργασίας. Οι αριθμοί που χρησιμοποιήθηκαν ως ερεθισμοί ήταν οι 4, 7 και 9.

Κατά παρόμοιο τρόπο, στο εικονικό έργο οι ερεθισμοί αποτελούνταν από ένα μεγάλο γεωμετρικό σχήμα, το περίγραμμα του οποίου σχημάτιζαν μικρά σχήματα (Σχήμα 1β). Όπως και στο προηγούμενο έργο, στη συμβατή συνθήκη η ολική και η μερική άποψη του ερεθισμού αποτελούνταν από το ίδιο σχήμα (π.χ., ένας μεγάλος κύκλος διαγραφόταν από μικρούς κύκλους), ενώ στην ασύμβατη συνθήκη τα σχήματα ήταν διαφορετικά (π.χ., ένας κύκλος διαγραφόταν από μικρά τρίγωνα). Έρευνες που έγιναν με παρόμοιους ερεθισμούς έδειξαν ότι η επεξεργασία της μερικής άποψης προκαλεί μεγαλύτερη παρεμβολή και έχει υψηλότερους χρόνους αντίδρασης από ό,τι η ολική άποψη (Kinchla, Solis-Macias, & Hoffman, 1983. Martin, 1979). Μπορεί να υποθέσει κανείς ότι η αντίδραση στην πρώτη συνθήκη

**Σχήμα 1**

Παράδειγμα από τις συμβατές και τις ασύμβατες συνθήκες ερεθισμών που χρησιμοποιήθηκαν στο αριθμητικό (α) και στο (β) έργο τύπου Stroop

εμπλέκει και το μηχανισμό του ελέγχου της επεξεργασίας σε υψηλό βαθμό, ενώ η αντίδραση στη δεύτερη συνθήκη εμπλέκει μόνο την ταχύτητα επεξεργασίας. Έτσι, οι μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας και του ελέγχου επεξεργασίας στο έργο αυτό ήταν, αντίστοιχα, η αναγνώριση του μεγάλου σχήματος στη συμβατή συνθήκη και του μικρού σχήματος στην ασύμβατη συνθήκη. Ως ερεθισμοί χρησιμοποιήθηκαν τα σχήματα τρίγωνο, τετράγωνο και κύκλος.

Δομή και εξέταση των έργων: Τα τρία έργα είχαν την ίδια δομή. Το καθένα από αυτά περιλάμβανε 18 κάρτες, διαστάσεων 21x15 εκ., που παρουσίαζαν έναν ερεθισμό. Οι 4 πρώτες προορίζονταν για την άσκηση των υποκειμένων και οι επόμενες 12 αποτελούσαν την κυρίως μέτρηση. Επίσης, υπήρχαν 2 κάρτες επίδειξης με τις οποίες εξηγούνταν στα παιδιά η διαδικασία και οι απαιτήσεις της εξέτασης.

Η εξέταση ήταν ατομική. Σε κάθε έργο, η ερευνήτρια παρουσίαζε κάθε κάρτα με τη σειρά και, συγχρόνως, έδινε στο υποκείμενο μια οδηγία που αφορούσε την άποψη ή το χαρακτηριστικό του ερεθισμού που θα έπρεπε να αναγνωρίσει. Στο λεκτικό έργο, η οδηγία «λέξη» δήλωνε την αναγνώριση της λέξης και η οδηγία «χρώμα» την αναγνώριση του χρώματος του ερεθισμού. Στο εικονικό έργο, η οδηγία «μεγάλο» δινόταν για την αναγνώριση του μεγάλου ψηφίου ή σχήματος και η οδηγία «μικρό» για την αναγνώριση του μικρού ψηφίου ή σχήματος. Η εξέταση μαγνητοφωνήθηκε και στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι χρόνοι αντίδρασης των υποκειμένων σε κάθε συνθήκη, με μεγάλη ακρίβεια. Η ακριβής μέτρηση επιτεύχθηκε με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή που ήταν εφοδιασμένος με ειδικό λογισμικό.

Μετρήσεις της Βραχύχρονης Μνήμης

Η βραχύχρονη μνήμη διερευνήθηκε με δύο κατηγορίες έργων. Στην πρώτη κατηγορία, τα έργα εξέταζαν την ικανότητα βραχύχρονης αποθήκευσης πληροφοριών, ενώ στη δεύτερη την εργαζόμενη μνήμη. Η κατασκευή τους αναπαρήγαγε τη συνήθη δομή των έργων για την εξέταση του πεδίου βραχύχρονης αποθήκευσης (Case, 1985. Dapeman & Carpenter, 1980). Συγκεκριμένα, τα έργα αυτά αποτελούνταν από επτά επίπεδα δυσκολίας που διακρίνονταν με βάση τον αριθμό των ερεθισμών που περιελάμβανε το καθένα. Το πρώτο επίπεδο περιελάμβανε έναν μόνο ερεθισμό, το δεύτερο δύο ερεθισμούς, κ.ο.κ. Τέλος, το έβδομο επίπεδο περιελάμβανε επτά ερεθισμούς. Η έκταση της βραχύχρονης μνήμης του κάθε ατόμου οριζόταν με βάση το μέγιστο επίπεδο δυσκολίας στο οποίο μπορούσε να επιτύχει. Για παράδειγμα, αν κάποιος άτομο ανακαλούσε επιτυχώς όλους τους ερεθισμούς στο πέμπτο επίπεδο δυσκολίας, η βραχύχρονη μνήμη του ήταν πέντε μονάδες (για μια λεπτομερή περιγραφή των έργων βλ. Πλατισίδου, 1994).

Τα έργα της βραχύχρονης αποθήκευσης

Τρία έργα εξέταζαν την αποθήκευση και την άμεση ανάκληση λέξεων, αριθμών και σχημάτων, αντίστοιχα. Πρόκειται, δηλαδή, για ερεθισμούς που ανήκουν στο λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό συμβολικό σύστημα αναπαράστασης. Οι ερεθισμοί ήταν ομαδοποιημένοι σε επίπεδα δυσκολίας, ανάλογα με το πλήθος τους. Κάθε επίπεδο δυσκολίας περιελάμβανε τρεις ανεξάρτητες συνθήκες.

Το λεκτικό έργο περιελάμβανε δισύλλαβες λέξεις που δήλωναν συγκεκριμένα ουσιαστικά και είχαν υψηλή συνειρμική αξία

(Μάνιου-Βακάλη, Κωσταρίδου-Ευκλείδη, & Συγκολλίτου, 1979). Στην πρώτη συνθήκη, οι λέξεις παρουσιάζονταν στην ονομαστική πτώση του ενικού αριθμού (π.χ., χτένα, βροχή). Στη δεύτερη, οι λέξεις εκφέρονταν στην ονομαστική του πληθυντικού αριθμού (π.χ., ξύλα, χιόνια) και στην τρίτη συνθήκη σε πλάγιες πτώσεις του ενικού και του πληθυντικού αριθμού (π.χ., λάμπας, κήπους).

Το αριθμητικό έργο εξέταζε την ανάκληση διψήφιων αριθμών. Στην πρώτη συνθήκη, εξετάζονταν διψήφιοι αριθμοί που αντιπροσώπευαν δεκάδες (π.χ., 80, 30, 70). Η δεύτερη συνθήκη περιελάμβανε διψήφιους αριθμούς που αποτελούνταν από το ίδιο ψηφίο (π.χ., 66, 22, 55). Τέλος, στην τρίτη συνθήκη, οι διψήφιοι αριθμοί αποτελούνταν από διαφορετικά ψηφία (π.χ., 48, 23, 79).

Αυτή η δομή των έργων σκοπό είχε να κάνει ακριβέστερη τη μέτρηση της βραχύχρονης αποθήκευσης συνθέτοντας, αφενός, το πλήθος των ερεθισμών (επίπεδα δυσκολίας) και, αφετέρου, τον τρόπο εκφοράς τους ή τη σημασιολογική τους σύνθεση (συνθήκες συνθετότητας). Οι συνθήκες αυτές παρουσιάζονταν με διαφορετική σειρά σε κάθε επίπεδο δυσκολίας.

Η παρουσίαση των ερεθισμών γινόταν ακουστικά. Σε κάθε επίπεδο δυσκολίας και σε κάθε συνθήκη, οι ερεθισμοί εκφωνούνταν από την ερευνήτρια με ρυθμό περίπου μια λέξη ανά δύο δευτερόλεπτα. Αμέσως μετά, το υποκείμενο έπρεπε να ανακαλέσει με τη σειρά όλους τους ερεθισμούς που άκουσε. Η εκφώνηση άρχιζε από τα πρώτα επίπεδα δυσκολίας, και, όσο η ανάκληση ήταν επιτυχής, προχωρούσε προς τα ανώτερα. Η εξέταση σταματούσε όταν το υποκείμενο αποτύχαινε στην ανάκληση όλων των συνθηκών του ίδιου επιπέδου.

Το εικονικό έργο εξέταζε τη βραχύχρονη αποθήκευση και ανάκληση γεωμετρικών

σχημάτων. Το έργο περιλάμβανε μια σειρά από κάρτες που η καθεμιά απεικόνιζε ένα σύνολο από γεωμετρικά σχήματα. Ο αριθμός των σχημάτων κυμαινόταν από 1 ως 7 στα αντίστοιχα επίπεδα δυσκολίας. Η κάθε κάρτα παρουσιαζόταν στο υποκείμενο για συγκεκριμένο χρόνο. Στη συνέχεια, η κάρτα αποσυρόταν και το υποκείμενο έπρεπε να την αναπλάσει πιστά, επιλέγοντας τα κατάλληλα από ένα σύνολο σχημάτων που είχε μπροστά του και τοποθετώντας τα πάνω σε μια λευκή κάρτα, στη σωστή θέση και στο σωστό προσανατολισμό.

Η δομή του ήταν η ίδια με τα προηγούμενα έργα. Κάθε επίπεδο δυσκολίας περιλάμβανε τρεις συνθήκες συνθετότητας. Η πρώτη συνθήκη εξέταζε την ανάκληση του είδους των σχημάτων, η δεύτερη την ανάκληση του σωστού προσανατολισμού των σχημάτων πάνω στο διδιάστατο χώρο και η τρίτη την ανάκληση της θέσης των σχημάτων, δηλαδή, της απόστασης από τα άλλα σχήματα. Η εξέταση άρχιζε με τα πρώτα επίπεδα δυσκολίας, όπου οι κάρτες απεικόνιζαν ένα ή δύο σχήματα, και προχωρούσε προς τα ανώτερα, όσο το υποκείμενο τα κατάφερνε στην ανάκληση. Η εξέταση σταματούσε όταν το υποκείμενο δεν μπορούσε να ανακαλέσει σωστά καμία συνθήκη (είδος σχήματος, προσανατολισμός, θέση) στο ίδιο επίπεδο δυσκολίας.

Τα έργα της εργαζόμενης μνήμης

Τα έργα αυτής της κατηγορίας διακρίνονταν από τα παραπάνω σε δύο σημεία. Πρώτο, χρησιμοποιούσαν ερεθισμούς που προέρχονταν από δύο συμβολικά συστήματα αναπαράστασης. Δεύτερο, δεν εξετάζαν απλώς την ικανότητα βραχύχρονης αποθήκευσης και ανάκλησης των πληροφοριών, αλλά

απαιτούσαν, επιπλέον, την εφαρμογή μιας γνωστικής επεξεργασίας στις πληροφορίες. Εκείνο που έπρεπε να ανακληθεί ήταν το προϊόν αυτής της επεξεργασίας.

Χρησιμοποιήθηκαν τρία έργα για την εξέταση της εργαζόμενης μνήμης που είχαν δομή αντίστοιχη με τη δομή των απλών έργων βραχύχρονης αποθήκευσης. Διακρίνονταν, δηλαδή, σε επίπεδα δυσκολίας που ορίζονταν από τον αριθμό των ερεθισμών που περιλάμβανε το καθένα (από έναν έως επτά). Το κάθε επίπεδο περιλάμβανε δύο συνθήκες που εξέταζαν, αντίστοιχα, ερεθισμούς από τα δύο συμβολικά συστήματα που εμπλέκονταν στο έργο.

Συγκεκριμένα, το λεκτικό-αριθμητικό έργο εξέταζε ερεθισμούς που ανήκαν στο λεκτικό και το αριθμητικό συμβολικό σύστημα. Επειδή όμως το έργο εκφέρονταν προφορικά και με πεζό λόγο, θεωρείται ότι υπάρχει προκατάληψη προς το λεκτικό συμβολικό σύστημα, ως το πιο συγγενές με τον τρόπο εκφοράς του.

Μια σειρά από προτάσεις παρουσιαζόταν προφορικά στο υποκείμενο. Το έργο εξέταζε την ανάκληση λέξεων ή αριθμών που θα έπρεπε, όμως, πρώτα να επιλεγούν μέσα από κάθε σειρά προτάσεων. Κάθε πρόταση αποτελούνταν από ίσο περίπου αριθμό λέξεων, δήλωνε μια συγκεκριμένη ενέργεια και είχε την ίδια γραμματική δομή: υποκείμενο, ενεργητικό ρήμα και αντικείμενο που συνόδευόταν από έναν αριθμητικό προσδιορισμό (π.χ., ο εργάτης έβαψε τρεις πόρτες). Το υποκείμενο και το αντικείμενο ήταν πάντα δισύλλαβα συγκεκριμένα ουσιαστικά και ο αριθμητικός προσδιορισμός ένας αριθμός από το δύο ως το εννιά. Στο τέλος κάθε σειράς προτάσεων, ο εξεταζόμενος έπρεπε να ανακαλέσει είτε το υποκείμενο κάθε πρότασης («εργάτης» στο παραπάνω παράδειγμα),

δηλαδή μόνο τους ερεθισμούς που ήταν λέξεις, είτε τον αριθμητικό προσδιορισμό κάθε πρότασης («τρεις» στο παραπάνω παράδειγμα), δηλαδή μόνο τους αριθμητικούς ερεθισμούς.

Το αριθμητικό-εικονικό έργο εξέταζε ερεθισμούς από το αριθμητικό και το εικονικό σύστημα αναπαράστασης. Ειδικότερα, απαιτούσε την άσκηση γνωστικού ελέγχου κατά την επεξεργασία εικονικών πληροφοριών, με σκοπό τη διάκριση των διαφόρων ερεθισμών και την ποσοτικοποίησή τους. Κατά συνέπεια, μπορεί να θεωρήσει κανείς ότι το έργο είναι προκατηλειμμένο προς το αριθμητικό συμβολικό σύστημα.

Το υλικό του έργου αποτελούσαν σειρές από κάρτες που απεικόνιζαν ένα σχήμα, τρίγωνο ή κύκλο, σε χρώμα κόκκινο ή πράσινο. Σε κάθε σειρά, οι κάρτες παρουσιάζονταν διαδοχικά από την ερευνήτρια με ρυθμό περίπου μια κάρτα το δευτερόλεπτο. Το υποκείμενο έπρεπε να μετρά ξεχωριστά και να θυμάται το είδος των σχημάτων (τρίγωνα ή κύκλοι) και το χρώμα τους (κόκκινα ή πράσινα). Στο τέλος κάθε σειράς, το υποκείμενο έπρεπε να ανακαλέσει είτε τον αριθμό των σχημάτων, τριγώνων ή κύκλων, είτε τον αριθμό των χρωμάτων, κόκκινων ή πράσινων, που απεικόνιζαν οι κάρτες.

Το εικονικό-λεκτικό έργο χρησιμοποιούσε ερεθισμούς που προέρχονταν από το εικονικό και το λεκτικό συμβολικό σύστημα και αποτελούσε μια μεταφορά του φαινομένου Stroop στην εξέταση της βραχύχρονης μνήμης. Το έργο απαιτούσε την αντιληπτική διάκριση και απομνημόνευση ερεθισμών που παρουσιάζονταν οπτικά. Συνεπώς, μπορεί να θεωρήσει κανείς ότι είναι προκατηλειμμένο προς το εικονικό σύστημα αναπαράστασης.

Το υλικό του ήταν σειρές από κάρτες,

πάνω στις οποίες ήταν γραμμένη μία από τις λέξεις «κόκκινο», «πράσινο», «κίτρινο» και «γαλάζιο». Κάθε λέξη ήταν γραμμένη στο χρώμα που δήλωνε (π.χ., «κόκκινο» με κόκκινο χρώμα) ή σε διαφορετικό (π.χ., «κόκκινο» με γαλάζιο χρώμα). Η ερευνήτρια παρουσίαζε διαδοχικά τις κάρτες στο υποκείμενο, με ρυθμό περίπου μία κάρτα το δευτερόλεπτο. Στο τέλος κάθε σειράς, το υποκείμενο έπρεπε να ανακαλέσει είτε όλες τις λέξεις, είτε όλα τα χρώματα στα οποία ήταν γραμμένες οι λέξεις.

Σε όλα τα έργα, η ανάκληση των ερεθισμών έπρεπε να γίνεται γραμμικά, ακολουθώντας τη σειρά παρουσίασής τους. Η εξέταση προχωρούσε από τα χαμηλά επίπεδα δυσκολίας προς τα υψηλότερα, όσο η ανάκληση ήταν επιτυχής. Σταματούσε όταν το υποκείμενο σημείωνε τέσσερις διαδοχικές αποτυχίες.

Υποθέσεις

Το πρώτο ερώτημα της έρευνας αφορά στο αν υπάρχει ένα γενικό ή πολλά εξειδικευμένα συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών. Η υπόθεση που ελέγχθηκε ήταν ότι, αφενός, υπάρχει ένα κεντρικό σύστημα επεξεργασίας το οποίο διατηρεί την ίδια δομή και σύσταση στα διάφορα συμβολικά συστήματα που εμπλέκονται κατά την επεξεργασία. Αφετέρου, το κάθε σύστημα αναπαράστασης μπορεί να κάνει ιδιόρρυθμη χρήση των συστατικών του συστήματος επεξεργασίας. Η υπόθεση αυτή απορρέει από τις γενικές αρχές οργάνωσης του γνωστικού συστήματος που υποθέτει η θεωρία που προτείνουν οι Δημητρίου και Ευκλείδη (Demetriou et al., 1993).

Το δεύτερο ερώτημα αναφέρεται στη μελέτη της ανάπτυξης των παραμέτρων του

συστήματος επεξεργασίας με την πρόοδο της ηλικίας στα ποικίλα συμβολικά συστήματα. Σύμφωνα με την υπόθεση, ακόμη κι αν η απάντηση στο πρώτο ερώτημα-στόχο είναι ότι η δομή και η λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας είναι η ίδια σε όλα τα συμβολικά συστήματα αναπαράστασης, είναι πιθανό ότι θα υπάρχουν διαφορετικά ανώτερα και κατώτερα όρια ή ρυθμοί ανάπτυξης των παραμέτρων της επεξεργασίας σε κάθε συμβολικό σύστημα. Οι διαφορές αυτές προβλέπεται ότι θα ευνοούν τα συμβολικά συστήματα με τα οποία τα παιδιά είναι περισσότερο εξοικειωμένα στις ηλικίες αυτές, δηλαδή, το αριθμητικό και το λεκτικό (Chi, 1976).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Για τη διερεύνηση της πρώτης υπόθεσης, το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε περιελάμβανε την εξέταση των τριών παραμέτρων του συστήματος επεξεργασίας, της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της βραχύχρονης μνήμης. Πιο συγκεκριμένα, τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν διέφεραν ως προς τις γνωστικές διεργασίες που ενέπλεκαν. Τα απλούστερα έργα απαιτούσαν μόνο την εμπλοκή της ταχύτητας επεξεργασίας (έργα Τ). Πιο σύνθετα έργα απαιτούσαν τη συμμετοχή και του ελέγχου της επεξεργασίας (έργα Τ+Ε). Μια άλλη κατηγορία έργων απαιτούσε, εκτός από τις παραπάνω διαδικασίες, τη συμμετοχή της απλής βραχύχρονης αποθήκευσης ή της εργαζόμενης μνήμης (έργα Τ+Ε+Μ). Τα έργα κάθε κατηγορίας εξετάζαν μονάδες πληροφορίας που προέρχονταν αντίστοιχα από το λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό συμβολικό σύστημα αναπαράστασης.

Ένα μοντέλο για τη δομή του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών

Το πρώτο ερώτημα που διερευνήθηκε αφορά στον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται οι υπό εξέταση γνωστικές διαδικασίες για να οικοδομήσουν το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών. Συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια να βρεθεί το μοντέλο που περιγράφει με τον καλύτερο τρόπο τη δομή των διεργασιών που ενέχονται στο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών. Παράλληλα, στο ίδιο μοντέλο θα πρέπει να φαίνεται αν η ίδια δομή εφαρμόζεται στα διάφορα συμβολικά συστήματα αναπαράστασης που αφορούν τα έργα, ή αν οι διαδικασίες της επεξεργασίας εφαρμόζονται με διαφορετικό τρόπο σε κάθε συμβολικό σύστημα. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της επιβεβαιωτικής ανάλυσης παραγόντων που εφαρμόστηκε με το στατιστικό πρόγραμμα EQS (Bentler, 1989).

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην υπόθεση ότι η διακύμανση μιας μεταβλητής είναι συνάρτηση ενός συνόλου από παράγοντες. Οι παράγοντες αντιστοιχούν στις γνωστικές διαδικασίες που συμμετέχουν στην εκτέλεση του έργου το οποίο εκπροσωπεί η μεταβλητή. Είναι δυνατό να προσδιοριστεί το μέρος της διακύμανσης που εξηγεί ο κάθε παράγοντας σε όλες τις μεταβλητές που συμμετέχουν στην ανάλυση. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να φανεί ποιες διαδικασίες και σε ποιο βαθμό εμπλέκονται στην εκτέλεση των συγκεκριμένων έργων. Παράπέρα, είναι δυνατό να καθοριστούν οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων παραγόντων, δηλαδή, να βρεθεί ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται, αλληλοεξαρτώνται ή οικοδομούνται ιεραρχικά οι παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας. Τα παραπάνω πραγματοποιούνται με τον έλεγ-

χο ενός από πριν καθορισμένου μοντέλου, το οποίο περιγράφει όλες τις σχέσεις που αναμένεται να υπάρχουν ανάμεσα στις μεταβλητές, τις μεταβλητές και τους παράγοντες και, τέλος, τους παράγοντες μεταξύ τους. Η εναρμόνιση του μοντέλου με τα δεδομένα πιστοποιεί ότι η δομή των έργων και των υποκείμενων διαδικασιών είναι σύμφωνη με την αρχική πρόβλεψη.

Για την εφαρμογή της ανάλυσης υπολογίστηκε η μήτρα συσχετίσεων, η οποία περιελάμβανε 18 μεταβλητές (βλ. Πίνακα 1). Οι 3 από αυτές (T_A , T_A και T_E) εκπροσωπούσαν την ταχύτητα επεξεργασίας και άλλες (E_A , E_A και E_E) τον έλεγχο της επεξεργασίας στα τρία συμβολικά συστήματα, το λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό. Επιπλέον, καθένα από τα έργα της βραχύχρονης αποθήκευσης εκπροσωπήθηκε με δύο μετρήσεις που αντιστοιχούσαν στην πρώτη και την τρίτη συνθήκη συνθετότητας. (A_1 , A_3 , A_1 , A_3 και E_1 , E_3) Τέλος, υπήρχαν 6 μεταβλητές που αντιστοιχούσαν, ανά δύο, στα έργα της εργαζόμενης μνήμης, το λεκτικό-αριθμητικό ($A-A_1$ και $A-A_2$), το αριθμητικό-εικονικό ($A-E_1$ και $A-E_2$) και το εικονικό-λεκτικό ($E-A_1$ και $E-A_2$).

Το μοντέλο που διατυπώθηκε με βάση τη θεωρία των Δημητρίου και συνεργατών για τη δομή και την οργάνωση του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών περιλαμβάνει 6 παράγοντες, οι οποίοι φορτώνονται επιλεκτικά στις διάφορες μεταβλητές. Το μοντέλο παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Αναλυτικά, οι μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας σχετίζονται με τον πρώτο παράγοντα. Οι μετρήσεις του ελέγχου της επεξεργασίας ερμηνεύονται από τον πρώτο και από το δεύτερο παράγοντα. Τέλος, όλες οι μνημονικές μετρήσεις σχετίζονται με τους δύο πρώτους και με τον τρίτο παράγοντα. Είναι λογικό να υποθέσει κανείς ότι ο πρώτος, ο δεύτερος και

ο τρίτος παράγοντας εκφράζουν, αντίστοιχα, τις γνωστικές διαδικασίες που εμπλέκονται στα έργα: την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και τη βραχύχρονη μνήμη.

Εκτός όμως από τους παράγοντες που αντιστοιχούν στις παραμέτρους του συστήματος επεξεργασίας, κάθε μεταβλητή σχετίζεται και με έναν ακόμη παράγοντα που εκφράζει το συμβολικό σύστημα αναπαράστασης το οποίο αφορά. Έτσι, σε κάθε κατηγορία έργων, όλες οι λεκτικές μετρήσεις φορτώνονται στον τέταρτο παράγοντα, όλες οι αριθμητικές μετρήσεις στον πέμπτο παράγοντα και όλες οι εικονικές μετρήσεις στον έκτο παράγοντα. Προφανώς, οι παράγοντες αυτοί αντιστοιχούν στο λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό σύστημα αναπαράστασης πληροφοριών.

Το μοντέλο αυτό ερμηνεύει με ικανοποιητικό τρόπο τα δεδομένα, σύμφωνα με τους στατιστικούς δείκτες που φανερώνουν την καταλληλότητα του μοντέλου ($\chi^2(90) = 78.462$, $p = .80$, $CFI = 1.000$). Αξίζει, ακόμη, να σημειωθεί ότι στο μοντέλο αυτό εφαρμόστηκε μια συγκεκριμένη μέθοδος ελέγχου παραγοντικών μοντέλων, η μέθοδος των εγκλεισμένων παραγόντων (Gustafsson, 1994). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει σε κάποιον να προσδιορίσει αν ο καθένας από τους παράγοντες που περιλαμβάνει το μοντέλο εξηγεί ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης των μεταβλητών που εισάγονται στην ανάλυση. Η μέθοδος ορίζει ότι πρέπει να ελεγχθεί διαδοχικά μια σειρά από παραγοντικά μοντέλα. Το πρώτο μοντέλο της σειράς περιλαμβάνει ένα μόνο, τον πιο γενικό παράγοντα. Σε καθένα από τα επόμενα προστίθενται ένας-ένας οι παράγοντες τους οποίους υποτίθεται ότι περιλαμβάνει το μοντέλο που ελέγχεται, ξεκινώντας από τους πιο γενικούς και καταλήγοντας στους ειδικότερους.

Το τελευταίο μοντέλο της σειράς περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που θεωρητικά συμβάλλουν στην ερμηνεία της διακύμανσης. Κατά τις διαδοχικές αναλύσεις, υπολογίζεται η διαφορά του χ^2 και των βαθμών ελευθερίας κάθε μοντέλου από το προηγούμενο. Αν η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική, σημαίνει ότι ο παράγοντας που έχει προστεθεί συμβάλλει ουσιαστικά στην ερμηνεία της διακύμανσης των μεταβλητών. Το τελικό μοντέλο αξιολογείται με στατιστικά κριτήρια για το αν ερμηνεύει με ικανοποιητικό τρόπο τα δεδομένα. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι δείκτες από όλα τα διαδοχικά μοντέλα, από το αρ-

χικό μέχρι το τελικό. Όπως μαρτυρούν οι δείκτες στην τελευταία στήλη, όλοι οι παράγοντες που εισάγονται στο μοντέλο, εκτός από το λεκτικό παράγοντα, συμβάλλουν με σημαντικό τρόπο στη βελτίωσή του. Η μη σημαντική συμβολή του λεκτικού παράγοντα οφείλεται, πιθανόν, στην ιδιαιτερότητα του λεκτικού συστήματος ως μέσου αναπαράστασης. Δε συνδέεται, δηλαδή, μόνο με τις αντίστοιχες μονάδες πληροφορίας, αλλά, όπως διαπιστώθηκε και σε άλλες έρευνες (Demetriou & Efklides, 1989. Πλατσίδου, 1994), έχει μια πιο γενικευμένη εφαρμογή και σχετίζεται μάλλον με τη γενική ευφυΐα.

Πίνακας 1

Το μοντέλο που απεικονίζει τη δομή του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών

Μεταβλητές	Ταχύτητα Επεξεργασίας	Έλεγχος Επεξεργ.	Βραχύχρονη Μνήμη	Λεκτικό σύστημα	Αριθμητικό σύστημα	Εικονικό σύστημα
T_A	.825*			.130*		
T_A	.810*				.427*	
T_E	.933*					-.051
E_A	.734*	.241*		.636*		
E_A	.725*	.149*			.394*	
E_E	.854*	.211*				.028
Λ_1	-.315*	-.240	.485*	-.031		
Λ_3	-.340*	-.460*	.473*	.119*		
A_1	-.345*	-.446*	.384*		-.098	
A_3	-.297*	-.345*	.488*		-.070	
E_1	-.410*	-.064	.274*			.682*
E_3	-.369*	-.040	.340*			.284*
$A-A_1$	-.298*	-.010	.523*	.022		
$\Lambda-A_2$	-.347*	-.012	.490*	.025		
$A-E_1$	-.174*	.379*	.309*		-.244*	
$A-E_2$	-.236*	.585*	.417*		-.236*	
$E-\Lambda_1$	-.133	-.235*	.183*			.180*
$E-\Lambda_2$	-.214*	-.206	.332*			.208*

Σημείωση: Με αστερίσκο (*) σημειώνονται οι σημαντικές φορτίσεις των παραγόντων.

Ένα μοντέλο για την ιεραρχική οργάνωση του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών

Το παραπάνω μοντέλο αποκαλύπτει την εξειδικευμένη λειτουργία των γνωστικών διαδικασιών και δείχνει τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται, ανάλογα με τις απαιτήσεις της επεξεργασίας. Δεν αναδεικνύει όμως την ιεραρχική οργάνωση των διαδικασιών στο πλαίσιο του συστήματος επεξεργασίας. Η άποψη αυτή καθίσταται φανερή με την εφαρμογή στα δεδομένα ενός μοντέλου στο οποίο οι σχέσεις μεταξύ των παραγόντων είναι ιεραρχικά δομημένες.

Το μοντέλο, που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, περιλαμβάνει 4 παράγοντες πρώτης τάξης. Οι παράγοντες αυτοί φορτώνονται αντίστοιχα στις μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας, της απλής βραχύχρονης αποθήκευσης και της εργαζόμενης μνήμης. Ένα δίκτυο ιεραρχικών σχέσεων ενώνει αυτούς τους παράγο-

ντες. Στη βάση του δικτύου βρίσκεται ο παράγοντας που εκφράζει την ταχύτητα επεξεργασίας (Τ). Πρόκειται για μια θεμελιώδη παράμετρο του συστήματος επεξεργασίας η οποία επηρεάζει τη λειτουργία του ελέγχου της επεξεργασίας που εκφράζεται από το δεύτερο παράγοντα (Ε). Αυτός με τη σειρά του επηρεάζει τον παράγοντα της βραχύχρονης αποθήκευσης (ΒΑ). Τέλος, η άμεση επίδραση του τελευταίου και η έμμεση επίδραση των προηγούμενων παραγόντων μεταφέρεται στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης (ΕΜ). Το μοντέλο περιλαμβάνει τρεις ακόμη πρώτης τάξης παράγοντες (Λ, Α και E_1) οι οποίοι εκφράζουν τα συμβολικά συστήματα αναπαράστασης και σχετίζονται με τις αντίστοιχες μετρήσεις σε κάθε κατηγορία έργων. Οι στατιστικοί δείκτες του μοντέλου δείχνουν ότι η εφαρμογή του στα δεδομένα είναι ικανοποιητική (χ^2 (114) = 127.916, $p=.18$, CFI=.984).

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα, τα μοντέλα που παρουσιάστηκαν έδειξαν ότι το

Πίνακας 2

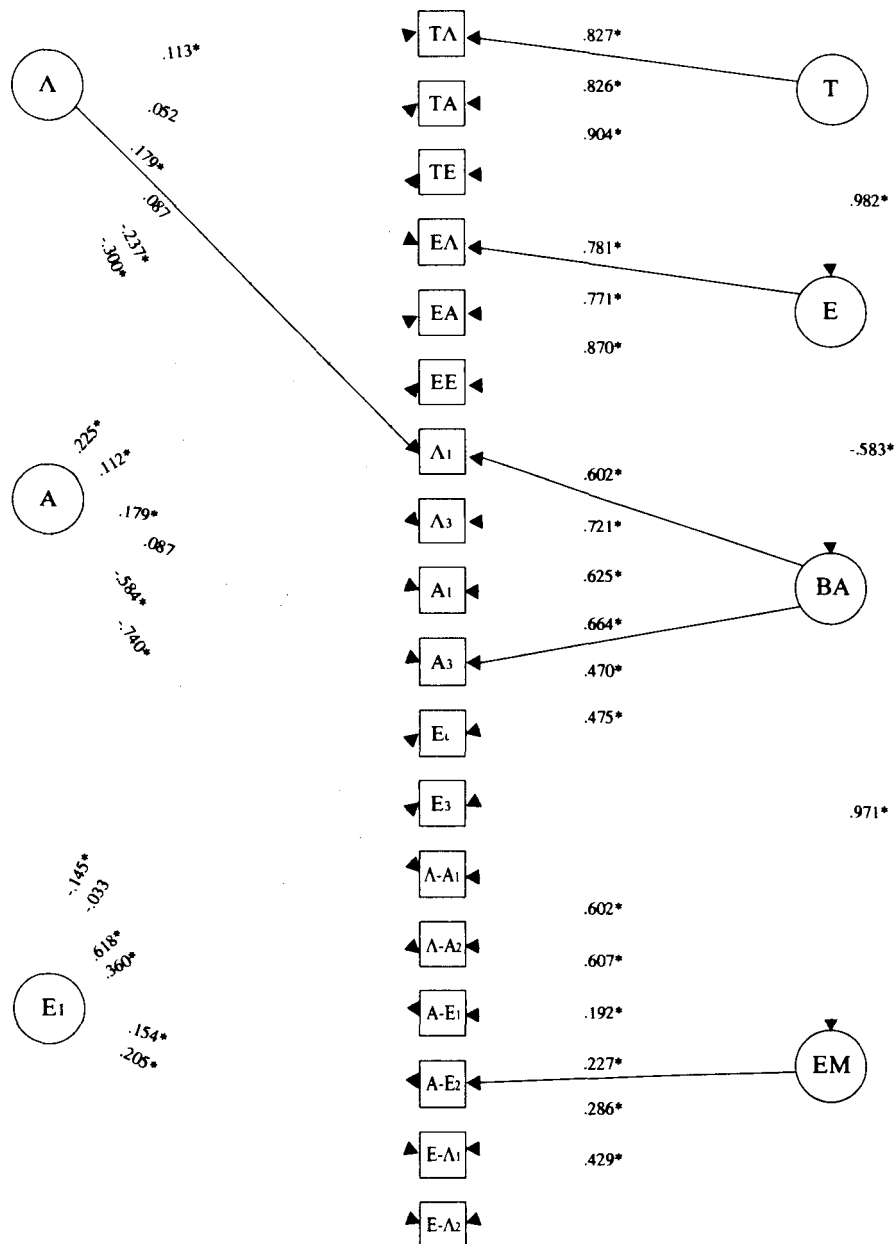
Τα αποτελέσματα του ελέγχου εφαρμογής των παραγοντικών μοντέλων που έγινε με τη μέθοδο των εγκλεισμένων παραγόντων

Παράγοντες	χ^2	df	C.F.I.	$\Delta\chi^2$	Δdf	Δp
Ταχύτητα επεξεργασίας	332.746	135	0.775			
+ έλεγχος επεξεργασίας	189.535	120	0.921	143.211	15	.005
+ βραχύχρονη μνήμη	125.788	108	0.980	63.747	12	.005
+ λεκτικό σύστημα	118.450	102	0.981	7.338	6	ΜΣ
+ αριθμητικό σύστημα	92.423	96	1.000	26.027	6	.005
+ εικονικό σύστημα	78.462	90	1.000	13.961	6	.050

Σημείωση: Κάθε σειρά του Πίνακα παρουσιάζει τα στατιστικά στοιχεία καθενός από τα διαδοχικά παραγοντικά μοντέλα που ελέγχθηκαν. Στην πρώτη στήλη αναφέρεται ο νέος παράγοντας που εισάγεται σε κάθε μοντέλο. Στις τέσσερις επόμενες στήλες παρουσιάζονται τα στατιστικά στοιχεία του μοντέλου που ελέγχεται. Στις τελευταίες στήλες, σημειώνεται με $\Delta\chi^2$ η διαφορά του χ^2 κάθε μοντέλου από το προηγούμενο και με Δdf η διαφορά των βαθμών ελευθερίας. Τέλος, στη στήλη Δp σημειώνεται η πιθανότητα να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά κάθε μοντέλου από το προηγούμενο.

Σχήμα 2

Το μοντέλο που δείχνει την ιεραρχική οργάνωση των παραμέτρων του συστήματος επεξεργασίας



Σημείωση: Με αστερίσκο (*) σημειώνονται οι σημαντικές φορτίσεις των παραγόντων

σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών είναι μια πολυπαραμετρική δομή που έχει ιεραρχική οργάνωση. Ανάλογα με τις απαιτήσεις των συγκεκριμένων έργων, εφαρμόζεται ο κατάλληλος συνδυασμός των παραμέτρων της επεξεργασίας για την αντιμετώπισή τους. Τα μοντέλα έδειξαν, επίσης, ότι η δομή και η λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας είναι, σε γενικές γραμμές, ίδια στα διάφορα συστήματα αναπαράστασης πληροφοριών που εμπλέκονται στην επεξεργασία. Παράλληλα, όμως, φαίνεται ότι το κάθε συμβολικό σύστημα έχει την περιορισμένη δυνατότητα να κάνει ιδιόρρυθμη χρήση του δυναμικού του συστήματος επεξεργασίας, όπως, π.χ., το λεκτικό συμβολικό σύστημα.

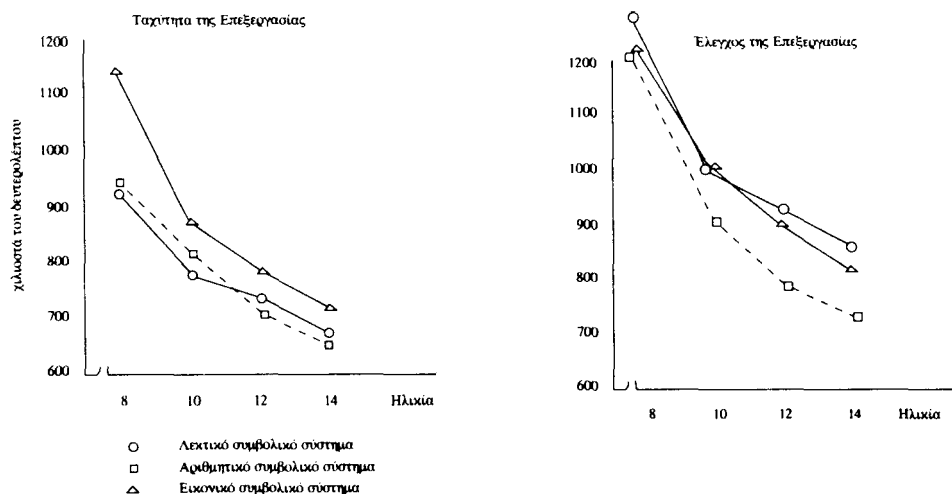
Η διαδικαστική εξειδίκευση του συστήματος επεξεργασίας σε σχέση με την αύξηση της ηλικίας

Το δεύτερο ερώτημα της έρευνας αναφέρεται στην ανάπτυξη των παραμέτρων της επεξεργασίας με την πρόοδο της ηλικίας στα ποικίλα συμβολικά συστήματα. Οι παραπάνω αναλύσεις έδειξαν ότι, παρά την παρουσία ισχυρών κοινών μηχανισμών πίσω από την επεξεργασία πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικά συμβολικά συστήματα, το κάθε συμβολικό σύστημα διατηρεί τις ιδιομορφίες του στην επεξεργασία. Τούτο επιτρέπει σε κάποιον να υποθέσει ότι οι εξελικτικές αλλαγές στην επεξεργασία πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικά συστήματα μπορεί να παρουσιάζουν ομοιότητες (π.χ., ως προς τη μορφή) και διαφορές (π.χ., ως προς τους απόλυτους χρόνους). Έτσι, για να διερευνηθεί το εξελικτικό πρότυπο των παραμέτρων της επεξεργασίας και των επιδράσεων που ενδεχομένως ασκεί το

συμβολικό σύστημα στο πρότυπο αυτό, εφαρμόστηκε μια σειρά από πολυπαραγοντικές αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA).

Οι μετρήσεις της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας που έγιναν με τα έργα τύπου Stroop υποβλήθηκαν σε δύο πολυπαραγοντικές αναλύσεις διακύμανσης. Η καθεμία περιελάμβανε 4 (ηλικίες) x 3 (συμβολικά συστήματα) παράγοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν σημαντική, τόσο για την ταχύτητα επεξεργασίας, $F(3,116)=36.14$, $p=.000$, όσο και για τον έλεγχο της επεξεργασίας, $F(3,116)=41.09$, $p=.000$. Με άλλα λόγια, η ανάπτυξή τους ήταν συνεχής στις ηλικίες που εξετάζονται, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Αυτό συμφωνεί και με τα ευρήματα άλλων ερευνών (Case et al., 1992. Kail, 1991) που έδειξαν ότι η ταχύτητα και ο έλεγχος της επεξεργασίας βελτιώνονται σε αυτή τη χρονική περίοδο. Η μέγιστη βελτίωση παρατηρήθηκε από τα 8 ως τα 10 χρόνια και ήταν πιο εμφανής στον έλεγχο της επεξεργασίας, ιδιαίτερα στις μετρήσεις του λεκτικού και του αριθμητικού συστήματος. Στο εικονικό σύστημα, η βελτίωση στην ταχύτητα και τον έλεγχο επεξεργασίας ήταν περίπου η ίδια στην ηλικία αυτή.

Σημαντική ήταν και η κύρια επίδραση του συμβολικού συστήματος και στις δύο περιπτώσεις, $F(2,232)=51.30$, $p=.000$ και $F(2,232)=14.61$, $p=.000$. Σε ό,τι αφορά την ταχύτητα επεξεργασίας, η μέση επίδοση στο αριθμητικό έργο ($MO=.779$) και στο λεκτικό έργο ($MO=.787$) ήταν περίπου η ίδια, ενώ στο εικονικό έργο ήταν αρκετά χαμηλότερη ($MO=.895$). Στις μετρήσεις του ελέγχου επεξεργασίας, η πιο γρήγορη επίδοση σημειώθηκε στο αριθμητικό έργο ($MO=.912$), ενώ στο εικονικό ($MO=1.000$) και το λεκτικό έργο ($MO=1.021$) παρατηρήθηκαν ίδιες επιδό-

**Σχήμα 3**

Η επίδοση στην ταχύτητα επεξεργασίας και στον έλεγχο επεξεργασίας σε σχέση με το συμβολικό σύστημα και στην ηλικία

σεις. Η αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήματος με την ηλικία ήταν σημαντική μόνο στις μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, $F(6,232)=5.67$, $p=.000$. Πάντως, είναι αξιοσημείωτο ότι σε καθεμιά από τις παραμέτρους της επεξεργασίας διατηρείται το ίδιο πρότυπο εξελικτικών μεταβολών και στα τρία συμβολικά συστήματα.

Η βραχύχρονη μνήμη εκπροσωπήθηκε με τις μετρήσεις της βραχύχρονης αποθήκευσης, λόγω του περιορισμένου χώρου. Τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις που αφορούν στην εργαζόμενη μνήμη συνέτειναν στα ίδια συμπεράσματα (Πλατοΐδου, 1994) ως προς τα συγκεκριμένα ερωτήματα, και έτσι δεν παρουσιάζονται στη φάση αυτή. Τα δεδομένα από τα έργα της βραχύχρονης αποθήκευσης υποβλήθηκαν σε μια πολυπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης, η οποία περιελάμβανε 4 (ηλικίες) $\times$ 3 (συμβολικά συστήματα) $\times$ 3 (συνθήκες συνθετότητας) παράγοντες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν σημαντική, $F(3,116)=26.89$, $p=.000$, ενώ μη σημαντική βρέθηκε κάθε αλληλεπίδραση της ηλικίας με τους άλλους παράγοντες. Αυτό δείχνει ότι η ικανότητα βραχύχρονης αποθήκευσης βελτιώνεται σταθερά από τα 8 ως τα 14 χρόνια, σε όλα τα συμβολικά συστήματα και στις συνθήκες συνθετότητας που περιελάμβαναν τα έργα. Η ανάπτυξη αυτή ήταν μονότονη, δηλαδή, η βελτίωση από τη μια ηλικία στην άλλη είχε την ίδια μορφή (βλ. Σχήμα 4).

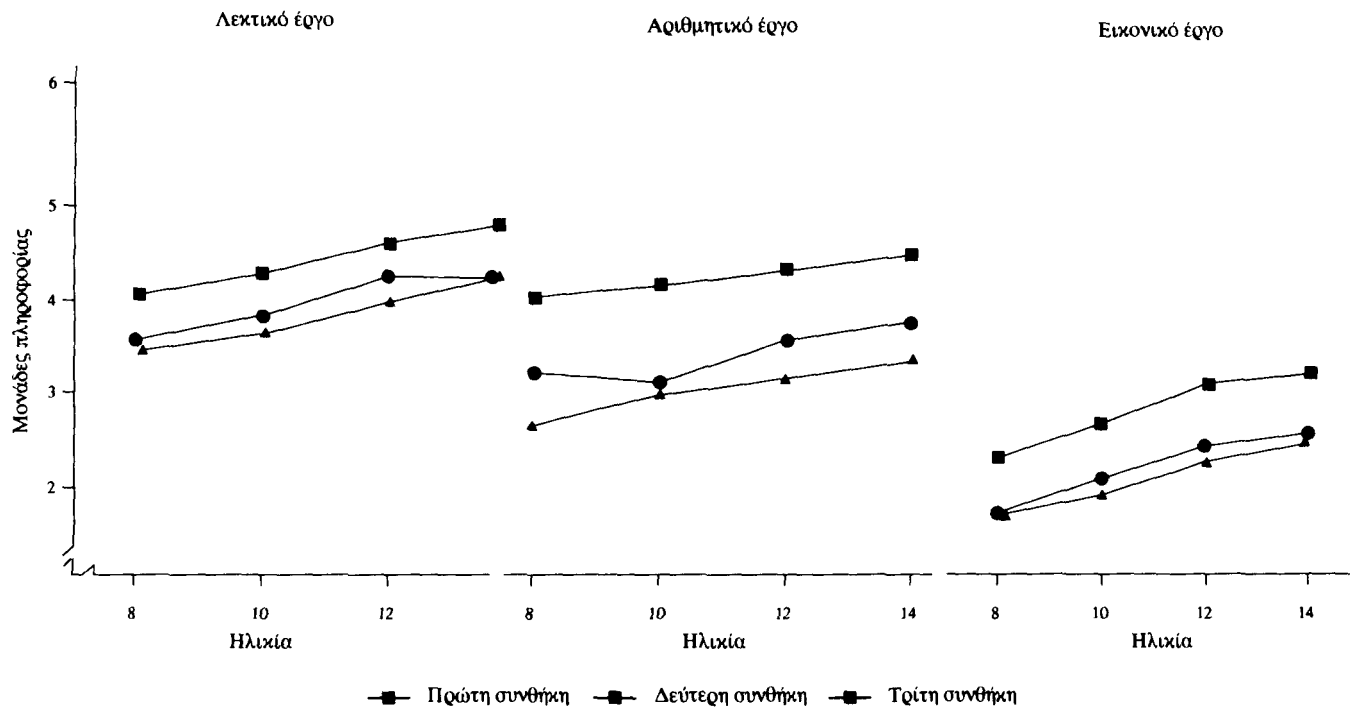
Η κύρια επίδραση του συμβολικού συστήματος ήταν σημαντική, $F(2,232) = 181.44$, $p=.000$. Η υψηλότερη επίδοση σημειώθηκε, κατά σειρά, στο λεκτικό ($MO=4.14$), στο αριθμητικό ($MO=3.91$) και, τέλος, στο εικονικό συμβολικό σύστημα ($MO=3.00$). Σημαντική βρέθηκε ακόμη και η επίδραση της συνθήκης συνθετότητας, $F(2,232)=175.24$, $p=.000$, γεγονός που δείχνει ότι η επίδοση στους απλούς ερεθισμούς

(που εξέταζε η πρώτη συνθήκη) ήταν σε όλα τα έργα καλύτερη από ό,τι στους σύνθετους (που περιλάμβανε η τρίτη συνθήκη). Όμως, η μεταξύ τους διαφορά δεν ήταν ίδια σε όλα τα συμβολικά συστήματα, όπως δηλώνει η σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο συμβολικό σύστημα και τις συνθήκες συνθετότητας, $F(4,464)=17.93$, $p=.000$. Συγκεκριμένα, η διαφορά ανάκλησης ανάμεσα στην πρώτη και την τρίτη συνθήκη συνθετότητας ήταν μεγαλύτερη στο αριθμητικό έργο και ακολουθούσαν το εικονικό και, τέλος, το λεκτικό. Σε όλα τα έργα, η διαφορά ανάμεσα στη δεύτερη και την τρίτη συνθήκη συνθετότητας ήταν μικρή.

Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η βραχύχρονη μνήμη επιμερίζεται σε ένα χώρο αποθήκευσης και σε ένα τελεστικό μέρος (Baddeley, 1991. Case, 1985). Στον πρώτο χώρο διατηρούνται όλες οι πληροφορίες, ενώ στο δεύτερο πραγματοποιούνται οι διαδικασίες ελέγχου της μνημονικής λειτουργίας. Οι παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσαν να υποστηρίξουν την επιμεριστική λειτουργία της βραχύχρονης μνήμης. Η επίδοση που σημειώθηκε στην απλή συνθήκη συνθετότητας εκπροσωπεί, κατά το μεγαλύτερο μέρος της, το δυναμικό του χώρου αποθήκευσης. Η διαφορά ανάμεσα στην απλή και τη σύνθετη συνθήκη αντιστοιχεί στο χρόνο και την προσπάθεια που απαιτείται για να ασκηθούν οι διαδικασίες ελέγχου από το τελεστικό μέρος. Όσο πιο σύνθετη είναι μια συνθήκη τόσο αυξάνει ο χώρος που καταλαμβάνει το τελεστικό μέρος και, κατά συνέπεια, μειώνεται η ικανότητα διατήρησης. Αυτό τεκμαίρεται και από τη διαφορά στις επιδόσεις που σημειώθηκαν ανάμεσα στα έργα της απλής βραχύχρονης αποθήκευσης και εκείνα της εργαζόμενης μνήμης. Στα τελευταία, όπου η επεξεργασία ήταν πιο

σύνθετη, η επίδοση ήταν αρκετά χαμηλότερη από ό,τι στα απλά έργα που απευθύνονταν στο ίδιο συμβολικό σύστημα: για παράδειγμα, η διαφορά ανάμεσα στο λεκτικο-αριθμητικό και το απλό λεκτικό έργο ήταν περίπου 2 μονάδες (Πλατισίδου, 1994).

Ο επιμερισμός του χώρου της βραχύχρονης μνήμης δε γίνεται με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα συμβολικά συστήματα (Δημητρίου, 1993). Στο λεκτικό σύστημα, οι διαδικασίες ελέγχου απασχολούν ένα μικρό μέρος της βραχύχρονης μνήμης. Έτσι, το λεκτικό έργο παρουσίασε, αφενός, τη μικρότερη διαφορά ανάμεσα στην απλή και την πιο σύνθετη συνθήκη (0.5 μονάδες) και, αφετέρου, τη μέγιστη ικανότητα διατήρησης σε σχέση με τα άλλα έργα. Στο αριθμητικό σύστημα, οι διαδικασίες ελέγχου καταλαμβάνουν περισσότερη έκταση: η διαφορά ανάμεσα στην απλή και την πιο σύνθετη συνθήκη ήταν μεγάλη (1.7 μονάδες). Η διαφορά αυτή αντανάκλασε τη διαφορά στη συνθετότητα και το μήκος των ερεθισμών ανάμεσα στις δύο συνθήκες (π.χ., 40 και 67 αντίστοιχα). Παρόλα αυτά, η ικανότητα διατήρησης στο αριθμητικό έργο ήταν δύναμει ίδια με αυτήν του λεκτικού έργου. Στο εικονικό σύστημα, η διαφορά μεταξύ των συνθηκών ήταν σημαντική (1 μονάδα). Επιπλέον, η επίδοση στο έργο αυτό ήταν χαμηλότερη από ό,τι στα άλλα. Φαίνεται, δηλαδή, ότι η επεξεργασία και η αποθήκευση στις λεκτικές και τις αριθμητικές πληροφορίες γίνεται με διαφορετικό τρόπο από ό,τι οι εικονικές πληροφορίες. Οι διαφορές δεν εντοπίζονται στις διαδικασίες που εμπλέκονται, όπως άλλωστε έδειξαν τα παραγοντικά μοντέλα, αλλά στον τρόπο που τα ποικίλα συστήματα αναπαράστασης της πραγματικότητας και της γνώσης χρησιμοποιούν το δυναμικό του συστήματος επεξεργασίας. Με άλλα λόγια, οι παρατηρήσεις αυτές υποδεικνύουν ότι οι



Σχήμα 4

Η επίδοση στα τρία έργα της βραχύχρονης αποθήκευσης σε σχέση με τις συνθήκες συνθετότητας και με την ηλικία

απαιτήσεις που θέτουν οι υπολογιστικές διαδικασίες στους διαθέσιμους πόρους της επεξεργασίας διαφέρουν από το ένα συμβολικό σύστημα στο άλλο. Τούτο είναι σύμφωνο με τη θέση της θεωρίας μας ότι τα ποικίλα πεδία αναπαράστασης και γνώσης χρησιμοποιούν με διαφορετικό τρόπο το καθένα από τα συστατικά του συστήματος επεξεργασίας (Δημητρίου, 1993. Demetriou et al., 1993).

Γενική Συζήτηση

Σκοπός της έρευνας που περιγράφηκε ήταν η μελέτη του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών ως προς τη δομή, την οργάνωση και την ανάπτυξή του. Συγκεκριμένα, η μελέτη εστιάστηκε στο ερώτημα αν η οργάνωση και η εφαρμογή των διαδικασιών του συστήματος επεξεργασίας, καθώς εξελίσσονται με την ηλικία, είναι κοινή σε όλα τα συμβολικά συστήματα ή αν στο καθένα εφαρμόζεται με ένα διαφορετικό τρόπο.

Η δομή του συστήματος επεξεργασίας

Το σύστημα της επεξεργασίας εξετάστηκε με μια σειρά παραγοντικών μοντέλων, που προσδιόριζαν εξαρχής πώς θα πρέπει να είναι οργανωμένο. Στην πιο γενική τους διατύπωση, τα μοντέλα υπέθεταν ότι η ταχύτητα της επεξεργασίας είναι η πιο θεμελιώδης διεργασία του γνωστικού συστήματος και συμμετέχει στην επίλυση κάθε έργου. Ο έλεγχος της επεξεργασίας είναι απαραίτητος κάθε φορά που χρειάζεται να εκτιμηθούν στοιχεία και να ληφθούν αποφάσεις ως προς τις πληροφορίες που θα τύχουν επεξεργασίας και ως προς την προτεραιότητα που θα τους αποδοθεί. Η βραχύχρονη μνήμη ενέχεται στην επεξεργασία απλών και σύνθετων

έργων που απαιτούν αποθήκευση και, με αυτόν τον τρόπο, θέτει περιορισμούς στην επεξεργασία ανάλογα με το εύρος της. Τέλος, όλες οι παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας συμβάλλουν στην οικοδόμηση των υψηλότερων γνωστικών ικανοτήτων (Demetriou et al., 1993. Πλατισίδου, 1994). Όπως έδειξε η σχετική έρευνα, η επίδοση στα γνωστικά προβλήματα ερμηνεύεται με τη συνδρομή τόσο των παραμέτρων του συστήματος επεξεργασίας όσο και των ειδικών γνωστικών ικανοτήτων με τα οποία σχετίζονται.

Τα έργα που εξετάστηκαν στην έρευνα προέρχονταν από διαφορετικά συμβολικά συστήματα αναπαράστασης: το λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό. Παρόλα αυτά, βρέθηκε ότι η επεξεργασία των πληροφοριών πραγματοποιούνταν με την εφαρμογή των ίδιων μηχανισμών σε κάθε πεδίο. Σε μια πιο λεπτομερή ανάλυση, όμως, φάνηκε ότι η διαδικασία της επεξεργασίας είχε κάποιες ιδιαιτερότητες στο κάθε πεδίο εφαρμογής. Οι ιδιαιτερότητες αυτές αφορούσαν τις δυνατότητες της κάθε γνωστικής διαδικασίας κατά την επεξεργασία διαφορετικών ερεθισμών. Βρέθηκε, δηλαδή, ότι η ταχύτητα και ο έλεγχος της επεξεργασίας και η βραχύχρονη μνήμη παρουσίαζαν διαφορετικές απόλυτες τιμές επίδοσης στα τρία συμβολικά συστήματα. Ωστόσο, οι εξελικτικές μεταβολές στις οποίες υπόκεινται οι διαδικασίες είχαν την ίδια μορφή σε όλα τα συμβολικά συστήματα.

Η φύση της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών

Ως προς το ερώτημα που τέθηκε στην εισαγωγή, δηλαδή, αν η ικανότητα της επεξεργασίας είναι κοινή σε όλα τα πεδία της πραγματικότητας ή αν για κάθε πεδίο υπάρχει μια

εξειδικευμένη ικανότητα επεξεργασίας, τα αποτελέσματα της έρευνας δε φαίνεται να οδηγούν σε μια μονολεκτική απάντηση. Δε θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι υπάρχει μια κοινή ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών, αφού υπάρχουν ενδείξεις για μια, μικρή έστω, διαφοροποίηση στις απόλυτες τιμές επιδόσης, ανάλογα με το πεδίο όπου εφαρμόζεται η επεξεργασία. Ούτε, από την άλλη, θα μπορούσε κανείς να παραβλέψει το γεγονός ότι, παρά τις αναπαραστατικές ιδιαιτερότητες των πληροφοριών, η επεξεργασία εφαρμόζεται με τους ίδιους μηχανισμούς που συνάπτονται σε ένα κοινό πλέγμα σχέσεων σε όλα τα πεδία. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι διατηρείται το ίδιο πρότυπο εξελικτικών μεταβολών των παραμέτρων της επεξεργασίας σε όλα τα συμβολικά συστήματα. Με άλλα λόγια, τα αποτελέσματα αυτά θα ήταν δύσκολο να εξηγηθούν με αναφορά, αφενός, σε κάποια από τις νεο-πιαζετιανές θεωρίες της γνωστικής ανάπτυξης (λ.χ., Pascual-Leone, 1988. Case, 1985), αφού οι περισσότερες υποστηρίζουν την αδιαφοροποίητη λειτουργία μιας γενικής ικανότητας επεξεργασίας. Αφετέρου, δε θα μπορούσαν να ερμηνευτούν με αναφορά σε ένα σύνολο από ποικίλες εξειδικευμένες ικανότητες που η καθεμία απευθύνεται σε ένα πεδίο (Weinert, Schneider, & Knopf, 1988) ή ακόμη και σε ένα υπο-πεδίο της πραγματικότητας (Just & Carpenter, 1992). Τούτες οι γνωστικές διεργασίες εννοούνται ως αυτόνομα συστήματα (ή υποσυστήματα) επεξεργασίας, όχι μόνο ως προς τη λειτουργία αλλά και ως προς την ανάπτυξή τους. Τα αποτελέσματα από την έρευνα αυτή δε φαίνεται να υποστηρίζουν την ύπαρξη απολύτως αυτόνομων δομών, αφού τόσο ως προς την οργάνωση όσο και ως προς την ανάπτυξη βρέθηκε ότι ακολουθούν ένα αρκετά ομοιογενές πρότυπο.

Η θεωρία που διατύπωσαν οι Δημητρίου και συνεργάτες φαίνεται πιο κοντά στο πρότυπο των επιδόσεων που παρατηρήθηκε. Όπως σημειώθηκε στην εισαγωγή, η θεωρία αυτή προτείνει μια ενδιαμέση θέση στο ζήτημα της γενικής ή της εξειδικευμένης ικανότητας επεξεργασίας. Υποστηρίζει ότι το σύστημα της επεξεργασίας λειτουργεί εφαρμόζοντας τους ίδιους μηχανισμούς και τις ίδιες διαδικασίες στις μονάδες πληροφορίας κάθε είδους. Συγχρόνως, όμως, είναι ικανό να προσαρμόζει τη δράση του ανάλογα με το είδος των πληροφοριών που επεξεργάζεται. Αυτό συμβαίνει γιατί, σύμφωνα με τις αρχές της θεωρίας, κάθε πεδίο της πραγματικότητας (και το σύστημα ικανοτήτων που προσιδιάζει σε αυτό) χρησιμοποιεί με διαφορετικό τρόπο τη δυνατότητα του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών, ώστε να ανταπεξέρχεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις που θέτει (Δημητρίου, 1993). Ως αποτέλεσμα, μπορεί να υπάρχουν διαφορετικές τιμές στην ταχύτητα και τον έλεγχο της επεξεργασίας και τη δυνατότητα βραχύχρονης αποθήκευσης, ανάλογα με τον τρόπο αναπαράστασης των πληροφοριών, το βαθμό εξοικείωσης με αυτές, κ.ά. Τα αποτελέσματα που συνοψίστηκαν παραπάνω εναρμονίζονται με την θέση αυτή. Επιπλέον, δεδομένα που έχουν συλλεγεί από αντίστοιχο δείγμα υποκειμένων στην Κίνα (Zhang, 1995), στα πλαίσια μιας έρευνας παράλληλης με αυτή που παρουσιάστηκε εδώ, έδειξαν ότι το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών διατηρεί την ίδια αρχιτεκτονική και τρόπο εφαρμογής σε πληροφορίες που προέρχονται από διαφορετικά συστήματα αναπαράστασης, όπως και στο ελληνικό δείγμα. Από την άλλη μεριά, οι απόλυτες τιμές επίδοσης των υποκειμένων στην ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και τη βραχύχρονη μνήμη ήταν διαφορετικές από ό,τι στο ελλη-

νικό δείγμα. Και στις τρεις αυτές παραμέτρους, υπερείχε η επίδοση στο εικονικό σύστημα. Αυτό αποδίδεται στον υψηλό βαθμό εξοικείωσης των Κινέζων με την επεξεργασία εικονικών πληροφοριών, ως αποτέλεσμα της εκπαίδευσής τους στο σύνθετο ιδεογραφικό τρόπο γραφής.

Το συμπέρασμα από την παραπάνω συζήτηση είναι ότι, κάτω από το βάρος των υπάρχοντων στοιχείων, θα πρέπει μάλλον να απορρίψουμε την ιδέα της γενικής ικανότητας επεξεργασίας που εφαρμόζεται αδιάκριτα σε κάθε είδους πληροφορίας. Θα πρέπει, ακόμη, να απορρίψουμε και την ιδέα των πολλαπλών, ανεξάρτητων και εξειδικευμένων ικανοτήτων, αφού διαπιστώνεται ότι σε διαφορετικά έργα η επίδοση είναι αρκετά ομοιογενής. Το μοντέλο που προτείνουμε δίνει μια, για την ώρα, ικανοποιητική απάντηση. Παρέχει μια ερμηνεία του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών υπογραμμίζοντας, από τη μια, τη γενική τάση που φαίνεται να το διέπει, χωρίς, από την άλλη, να παραβλέπει τις ιδιαίτερες απαιτήσεις (αναπαραστατικές και άλλες) που θέτουν τα ποικίλα πεδία που αποτελούν την εξωτερική πραγματικότητα.

Ο ρόλος του συστήματος επεξεργασίας στην ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών ικανοτήτων και λειτουργιών

Αξίζει να σημειωθεί ότι η έρευνα αυτή μελέτησε και τη συμβολή του συστήματος επεξεργασίας στην οικοδόμηση ανώτερων γνωστικών λειτουργιών, όπως είναι τα εξειδικευμένα ανά πεδίο της πραγματικότητας δομικά συστήματα ικανοτήτων (ΕΔΟΣ) (Demetriou et al., 1993). Στην έρευνα εξετάστηκαν γνωστικές ικανότητες που προέρχο-

νταν από τρία ΕΔΟΣ: το λεκτικό-προτασικό, το ποσοτικό-συσχετικό και το εικονικό-χωροταξικό. Αν και η παρουσίαση αυτού του μέρους δεν εμπίπτει άμεσα στους σκοπούς αυτού του άρθρου, μια σύντομη αναφορά είναι χρήσιμη για την κατανόηση του ρόλου του συστήματος επεξεργασίας στη δομή και τη λειτουργία του γνωστικού συστήματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν, με δυο λόγια, ότι οι ανώτερες γνωστικές ικανότητες θεμελιώνονται πάνω στις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, οι οποίες συμβάλλουν καθοριστικά στην απόκτηση και την ανάπτυξη τους (Πλατισίδου, 1994). Θέση της θεωρίας μας είναι ότι η γενική οργάνωση του γνωστικού συστήματος είναι ιεραρχική, τόσο μέσα όσο και ανάμεσα στα δομικά επίπεδα που περιλαμβάνει (Demetriou et al., 1993). Όσο πιο σύνθετη είναι μια γνωστική διαδικασία ή ικανότητα, τόσο πιο αργά παρατηρείται η εμφάνιση και η ανάπτυξη της. Αυτό οφείλεται στο ότι θα πρέπει πρώτα να πληρωθούν οι προϋποθέσεις, δηλαδή να γίνει η παγίωση των υποκείμενων διαδικασιών ή ικανοτήτων πάνω στις οποίες θα οικοδομηθεί αυτή η εξελίξη. Η εικόνα που έδωσαν τα αποτελέσματα της έρευνας εναρμονίζεται με αυτή τη θέση. Όπως διαπιστώθηκε, η ταχύτητα της επεξεργασίας βελτιωνόταν συστηματικά σε όλες τις ηλικίες. Η μέγιστη ανάπτυξη της, όμως, είναι πιθανό ότι συνέβει λίγο πριν από τα 8 χρόνια. Αυτό πρέπει να είχε ως αποτέλεσμα να σημειωθεί μια σημαντική βελτίωση στον έλεγχο της επεξεργασίας ανάμεσα στα 8 και τα 10 χρόνια. Στη συνέχεια, η αλλαγή επεκτάθηκε στη βραχύχρονη μνήμη. Η μέγιστη βελτίωση στη δυνατότητα της αποθήκευσης σημειώθηκε στην επόμενη ηλικία, δηλαδή, ανάμεσα στα 10 και τα 12 χρόνια. Από την ηλικία αυτή ξεκινούν και οι σημαντικότερες αλλαγές στις

σύνθετες γνωστικές ικανότητες που εξετάζε η έρευνα.

Η γενίκευση των αλλαγών στις ποικίλες ικανότητες είναι δυνατή εξαιτίας μιας αρχής που διέπει το γνωστικό σύστημα, την αρχή της εξελικτικής παράλλαξης (βλ. Demetriou et al., 1993. Δημητρίου, 1993). Όλες οι ικανότητες βρίσκονται μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον σε δυναμική αλληλεπίδραση που διέπεται από μια «συνεργατική δύναμη». Με άλλα λόγια, οι ικανότητες είναι από τη φύση τους λειτουργικώς εναρμονισμένες μεταξύ τους, τόσο μέσα όσο και ανάμεσα στα επίπεδα του γνωστικού συστήματος (το σύστημα της επεξεργασίας, το υπεργνωστικό σύστημα και τα εξειδικευμένα δομικά συστήματα ικανοτήτων). Οποιαδήποτε αλλαγή συμβεί σε κάποια ικανότητα επηρεάζει άμεσα και τις άλλες συγγενείς ικανότητες του ίδιου συστήματος και επεκτείνεται και στις ικανότητες άλλων πεδίων της πραγματικότητας. Με παρόμοιο τρόπο, οι αλλαγές που συντελούνται σε κάποιο από τα επίπεδα του γνωστικού συστήματος επεκτείνονται και στα άλλα επίπεδα. Η «συνεργατική δύναμη», δηλαδή, ευθύνεται για τη διάδοση των αλλαγών στο γνωστικό σύστημα.

Η παρούσα έρευνα προσδιόρισε με αρκετή σαφήνεια το δίκτυο των σχέσεων και των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις θεμελιώδεις διαδικασίες του συστήματος επεξεργασίας κατά την εφαρμογή τους σε διάφορα πεδία της πραγματικότητας. Περιέγραψε, ακόμη, τον τρόπο με τον οποίο εμπλέκεται το σύστημα της επεξεργασίας στην οικοδόμηση των εξειδικευμένων δομικών συστημάτων. Προσέφερε, έτσι, την πιο καταφανή υποστήριξη σε εκείνο που πρότεινε ο Hunt (1978) ότι, δηλαδή, η γνωστική επίδοση είναι ένας συνδυασμός από ικανότητες όπως η αυτοματοποιημένη επεξεργασία (ταχύτητα της επεξεργασίας), οι μη-

χανικές επεξεργασίες ελέγχου (έλεγχος της επεξεργασίας, βραχύχρονη μνήμη) και η σχετική με τα συγκεκριμένα πεδία γνώση.

Αυτή η έρευνα ήταν η αρχή ενός ερευνητικού προγράμματος που έχει ως στόχο να ρίξει περισσότερο φως στη μελέτη του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. Στα πλαίσια του προγράμματος αυτού, τα υποκείμενα που πήραν μέρος στην έρευνα εξετάστηκαν με τα ίδια έργα για τρεις συνεχείς χρονιές, ώστε να μελετήσουμε την ενδοατομική και τη διατομική εξέλιξη των παραμέτρων της επεξεργασίας (Demetriou, Platsidou, Sirmali, & Spanoudis, ετοιμάζεται). Ένα μέρος του προγράμματος περιελάμβανε τη διεξαγωγή της ίδιας έρευνας στην Κίνα, με σκοπό την απόκτηση διαπολιτισμικών δεδομένων για το σύστημα της επεξεργασίας (Zhang, 1995). Τέλος, το δείγμα της έρευνας επεκτάθηκε ως προς το φάσμα της ηλικίας που κάλυπτε. Συμπεριλήφθηκαν και ενήλικα άτομα ηλικίας από 20 ως 70 χρόνων (Demetriou, Platsidou, Sirmali, & Tsakiridi, ετοιμάζεται).

Τα ευρήματα όλων αυτών των ερευνών συμφωνούν με την εικόνα που προέκυψε από την έρευνα αυτή. Επιπλέον, παρέχουν πληροφορίες για απόψεις του συστήματος επεξεργασίας που δε συζητήθηκαν πολύ εδώ. Εξάλλου, όμως, πρέπει να σημειωθεί ότι ελάχιστη γνώση έχουμε για το σύστημα της επεξεργασίας στα πρώτα χρόνια της ζωής, δηλαδή για ηλικίες μικρότερες από τα 6 με 7 χρόνια. Η εξέταση των γνωστικών διαδικασιών στις ηλικίες αυτές αναμένεται να δώσει σημαντικές απαντήσεις για το πότε και πώς αρχίζει η ανάπτυξη του συστήματος επεξεργασίας, τι την κινητοποιεί και ποια είναι η βάση της πρώτης αλλαγής που συμπαρασύρει προς την ίδια κατεύθυνση και τις άλλες παραμέτρους.

Βιβλιογραφία

- Baddeley, A.D. (1991). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Bentler, P.M. (1989). *EQS: Structural equations program manual*. Los Angeles, CA: BMDP Statistical Software.
- Carlson, J.S., Jensen, C.M., & Widaman, K.F. (1983). Reaction time, intelligence, and attention. *Intelligence*, 7, 329-344.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Case, R., Kurland, D.M. & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Chi, M.T.H. (1976). Short-term memory limitations in children: capacity or processing deficits? *Memory & Cognition*, 4 (5), 559-572.
- Cohn, N.B., Dustman, R.E., & Bradford, B.C. (1984). Age-related decrements in Stroop colour test performance. *Journal of Clinical Psychology*, 40 (5), 1245-1250.
- Comalli, P.E., Wapner, J.S., & Werner, H. (1962). Interference effects of Stroop color-word test in childhood, adulthood, and aging. *The Journal of Genetic Psychology*, 100, 47-53.
- Daneman, M., & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Demetriou, A. (1993). In quest of the functional architecture of the developing mind: The Aristotelian project. *Educational Psychology Review*, 5, 275-292.
- Demetriou, A., Efklides, A., & Platsidou, M. (1993). The architecture and dynamics of developing mind: Experiential Structuralism as a frame for unifying cognitive developmental theories. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 58, (5, Serial No. 234).
- Demetriou, A., Platsidou, M., Sirmali, & Spanoudis, G. (ετοιμάζεται). The structure and the development of the processing system: a longitudinal study.
- Demetriou, A., Platsidou, M., Sirmali, K., & Tsakiridou, E. (ετοιμάζεται). Processing capacity, working memory, and domain-specific thought processes from 7 to 70 years of age.
- Δημητρίου, Α. (1993). Γνωστική ανάπτυξη: Μοντέλα - μέθοδοι - εφαρμογές. Θεσσαλονίκη: Art of Text.
- Dempster, F.N. (1985). Short-term memory development in childhood and adolescence. In C.J. Brainerd & M. Pressley (Eds.), *Basic processes in memory development: Progress in cognitive development research*. New York: Springer-Verlag.
- Dyer, F.N. (1973). The Stroop phenomenon and its use in the study of perceptual, cognitive, and response processes. *Memory and Cognition*, 1, 106-120.
- Gustafsson, J.-E. (1994). Hierarchical models of intelligence and educational achievement. In A. Demetriou & A. Efklides (Eds.), *Intelligence, mind and reasoning: Structure and development*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Halford, G. (1993). *Children's understanding: The development of mental models*. New York: Erlbaum.
- Hunt, E. (1978). Mechanisms of verbal ability. *Psychological Review*, 85 (2), 109-130.
- Jensen, A.R. (1980). Chronometric analysis of intelligence. *Journal of soc. bio. Struct.* 3, 103-122.
- Jensen, A.R., & Rohwer, W.D. Jr. (1966). The Stroop color-word test: A review. *Acta Psychologica*, 25, 36-93.
- Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99 (1), 122-149.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. New-Jersey: Prentice-Hall.
- Kail, R., (1991). Developmental change in speed of processing during childhood and adolescence. *Psychological Bulletin*, 109 (3), 490-501.
- Kail, R., Pellegrino, J., & Carter, P. (1980). Developmental changes in mental rotation.

- Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 102-116.
- Kail, R., & Salthouse, T.A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86, 199-225.
- Kanchla, R.A., Solis-Macias, V., & Hoffman, J. (1983). Attending to different levels of structure in a visual image. *Perception and Psychophysics*, 33, 1-10.
- MacLeod, C.M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109 (2), 163-203.
- Martin, M. (1979). Local and global processing: The role of sparsity. *Memory and Cognition*, 7, 476-484.
- Μάνιου-Βακάλη, Μ., Κωσταρίδου-Ευκλείδη, Α., & Συγκολλίτου, Ε. (1979). Συνειρμική αξία 1874 ουσιαστικών του ελληνικού λεξιλογίου. *Ε.Ε.Φ.Σ. Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, τόμος ΙΘ*.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Norman, D.A., & Bobrow, D.G. (1975). On data-limited and resource limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Navon, D., & Gopher, D. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86 (3), 214-255.
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345.
- Pascual-Leone, J. (1988). Organismic processes for neo-Piagetian theories: A dialectical causal account of cognitive development. In A. Demetriou (Ed.), *The neo-Piagetian theories of cognitive development: Towards an integration* (pp. 26-64). Amsterdam: North-Holland.
- Πλατσίδου, Μ. (1994). *Τό σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών: Δομή, ανάπτυξη και αλληλεπιδράσεις με εξειδικευμένες γνωστικές ικανότητες*. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Posner, M.I., & MacLeod, P. (1982). Information processing models-in research of elementary operations. *Annual Reviews in Psychology*, 33, 477-514.
- Schneider, W., & Shiffrin, R.M. (1977). Controlled and automated human information processing: I. Detection, research, and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Shiffrin, R.M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automated human information processing: II. Perceptual learning, automating attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Stirling, N., & Coltheart, M. (1977). Stroop interference in a letter naming task. *Bulletin of Psychonomic Society*, 10, 31-34.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Weinert, F.E., Schneider, W., & Knopf, M. (1988). Individual differences in memory development across the life span. In P.B. Baltes, D.L. Featherman, & P.M. Lerner (Eds.), *Life-span development and behavior*, vol. 9 (pp. 39-85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wickens, C.D. (1974). Temporal limits of human information processing: A developmental study. *Psychological Bulletin*, 81 (11), 739-755.
- Zhang, X.K. (1995). *The structure and development of the processing system and its relation to the complex cognitive abilities: A cross-cultural study in Greece and China*. Doctoral thesis. Aristotelian University of Thessaloniki.

ABSTRACT According to the theory proposed by Demetriou & Efklides, the processing system is responsible for the processing of information and it consists of 3 parameters: speed of processing, control of processing and storage. Two main questions, referring to the function of the processing system, were investigated in this study: (1) Is the structure and the organization of the processing system the same over different symbolic systems or does it vary as a function of the symbol system concerned? (2) How do the processing parameters change with increasing age and in relation to the various symbolic systems? In order to answer these questions, 120 subjects (aged 8-14 years) were tested with tasks addressed to one, two and three processing parameters, respectively, and involved information coming from the verbal, the arithmetic and the figural symbolic systems. The results indicated that, in general, the structure of the processing system is the same across the three symbolic systems. In concern to development, each of the processing parameters was found, on the one hand, to change uniformly across the three symbolic systems and, on the other, to highest different values in the various systems: the highest performance was obtained in the arithmetic and the verbal system and the lowest in the figural. These findings are in line with the assumption that there is a central processing system which is able to accommodate the peculiarities of the various domains of representation.