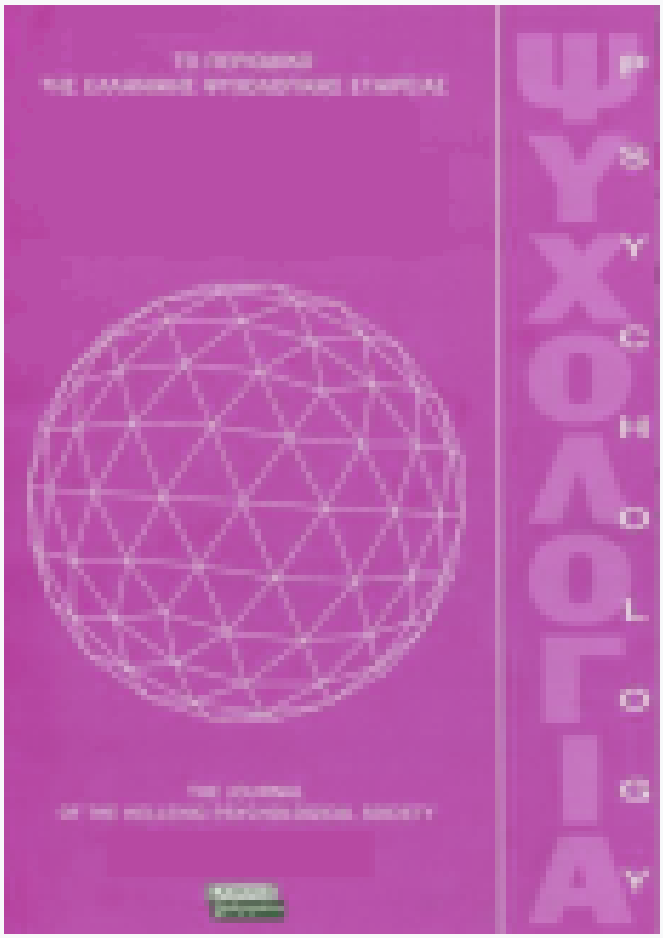
ePublishing

Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society

Vol 2, No 2 (1995)



Η διερεύνηση της γνωστικής ανάπτυξης σε μαθητικό πληθυσμό 12-18 ετών

Νίκος Βαλανίδης

doi: 10.12681/psy_hps.24156

Copyright © 2020, Νίκος Βαλανίδης

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Βαλανίδης N. (2020). Η διερεύνηση της γνωστικής ανάπτυξης σε μαθητικό πληθυσμό 12-18 ετών. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, *2*(2), 165–193. https://doi.org/10.12681/psy_hps.24156

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 19/12/2025 21:45:46

Ψυχολογία, 1995, 2 (2) ◆ 165-193

Η διερεύνηση της γνωστικής ανάπτυξης σε μαθητικό πληθυσμό 12-18 ετών

ΝΙΚΟΣ ΒΑΛΑΝΙΔΗΣ

Πανεπιστήμιο Κύπρου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ Η έρευνα αποσκοπούσε στη μελέτη της δομής και της ανάπτυξης της τυπικής λογικής σκέψης κατά την εφηβεία. Τα υποκείμενα της έρευνας ήταν το σύνολο των μαθητών 130 τμημάτων όλων των τάξεων τριών γυμνασίων και δύο λυκείων μιας αστικής περιοχής της Κύπρου. Οι απαντήσεις των μαθητών σε ένα σταθμισμένο δοκίμιο τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των ικανοτήτων τους σε πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης που αναφέρονται στον έλεγχο μεταβλητών, τις αναλογίες, τις πιθανότητες, τη συσχέτιση και τους συνδυασμούς. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι παρατηρείται συστηματική γνωστική ανάπτυξη από την πρώτη τάξη του γυμνασίου προς την τρίτη τάξη του λυκείου και ότι τα αγόρια είχαν υψηλότερες επιδόσεις από τα κορίτσια σε όλες τις γνωστικές μετρήσεις. Οι "ρυθμοί" όμως της γνωστικής ανάπτυξης ήταν διαφορετικοί για τις πέντε μορφές ΤΛΣ και είχαν σχέση με την τάξη και το φύλο των μαθητών. Το εύρος των διαφορών ανάμεσα σε άτομα της ίδιας ηλικίας ήταν πολύ μεγάλο, ενώ ακόμα και έφηβοι 18 χρόνων βρίσκονταν στη διαδικασία ανάπτυξης των γνωστικών τους ικανοτήτων. Η ηλικία και το φύλο των μαθητών, το μορφωτικό επίπεδο του πατέρα και της μητέρας τους και ο τόπος διαμονής τους είχαν σημαντική συμμετοχή στην πρόβλεψη των επιδόσεων των μαθητών στο Δοκίμιο Λογικής Σκέψης (ΔΛΣ). Η εξέταση της δομής των γνωστικών ικανοτήτων με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στα δέκα έργα του ΔΛΣ (δύο έργα από κάθε μορφή σκέψης) αποκάλυψε δύο παράγοντες για το δείγμα των 1828 κοριτσιών και ένα μόνο παράγοντα για το δείγμα των 1723 αγοριών ή το συνολικό δείγμα των 3601 μαθητών. Εντοπίστηκαν επίσης σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών όχι μόνο μεταξύ έργων που αφορούν διαφορετικές μορφές ΤΛΣ αλλά και μεταξύ έργων της ίδιας μορφής σκέψης. Η συνολική εικόνα των αποτελεσμάτων της έρευνας δείχνει ότι βρισκόμαστε σε στάδιο "αναπροσαρμογής" των θεωρητικών μας απόψεων, διότι είναι απαραίτητη η προσφυγή σε διαφορετικές θεωρητικές παραδοχές για την ερμηνεία και αξιολόγησή τους. Προκύπτουν επίσης αμφιβολίες για την καταλληλότητα των αναλυτικών προγραμμάτων ή της διαδικασίας εφαρμογής τους. Η έρευνα για τη μελέτη της φύσης και του μηχανισμού ανάπτυξης των γνωστικών δυνατοτήτων πρέπει να εντατικοποιηθεί. Τα πορίσματα της ερευνητικής προσπάθειας πρέπει στη συνέχεια να αξιοποιηθούν για το σχεδιασμό και την εφαρμογή νέων αναλυτικών προγραμμάτων "παρεμβατικού" χαρακτήρα τα οποία θα υποβοηθούν τη γνωστική ανάπτυξη του συνόλου των μαθητών.

Διεύθυνση: Ν. Βαλανίδης, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τ.Κ. 537, Λευκωσία, Κύπρος

Η γνωστική ανάπτυξη, στα πλαίσια της πιαζετιανής θεωρίας, είναι μία χρονική διαδικασία που δημιουργεί σταδιακά πολυπλοκότερες δομές γνώσης. Η αισθησιοκινητική νοημοσύνη αρχίζει από τη γέννηση και διαρκεί μέχρι την εμφάνιση της γλώσσας (18-24 μηνών), οπότε αρχίζει η ανάπτυξη της προπραξιακής σκέψης που επικρατεί μέχρι την ηλικία των 7-8 χρόνων. Ακολουθεί η ανάπτυξη των συγκεκριμένων λειτουργιών η οποία ολοκληρώνεται στην ηλικία των 11-12 χρόνων και αρχίζει η ανάπτυξη της τυπικής λογικής σκέψης η οποία συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια της εφηβείας (17-18 χρόνων). Η ανάπτυξη είναι αυθόρμητη διαδικασία που επηρεάζεται από την ωρίμανση, την εμπειρία, την κοινωνική μεταβίβαση και την επίδραση του ρυθμιστικού ρόλου της εξισορρόπησης. Η ωρίμανση σχετίζεται με τις νευρολογικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη φυσική ανάπτυξη και με τη χρονική αλληλουχία των ποιοτικών αλλαγών που οριοθετούν δέσμες δυνατοτήτων, των οποίων η ανάπτυξη εξαρτάται από την εμπειρία και την κοινωνική μεταβίβαση. Η ανάπτυξη τέλος ρυθμίζεται από τη διαδικασία της εξισορρόπησης, της έμφυτης δηλαδή τάσης για αναζήτηση αρμονίας ή ισορροπίας με το περιβάλλον του αναπτυσσόμενου ατόμου και στηρίζεται στην τροποποίηση του περιβάλλοντος (αφομοίωση) ή του ατόμου (αναπροσαρμογή). Η νοημοσύνη, στο πλαίσιο της θεωρίας του Piaget, είναι στην ουσία η βιολογική λειτουργία που εξασφαλίζει "την ισορροπία της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο υποκειμενικό και το αντικειμενικό" (Piaget, 1950, σελ. 8).

Η ιδιαίτερη σημασία της θεωρίας του Piaget πυροδότησε ερευνητικές προσπάθειες και θεωρητικές αναζητήσεις οι οποίες ακόμα συνεχίζονται με έντονο ενδιαφέρον. Τα ερευνητικά όμως δεδομένα οδήγησαν σε αμφισβήτηση διάφορες απόψεις της πιαζετιανής θεωρίας. Η ύπαρξη σταδίων γνωστικής ανάπτυξης με καθορισμένες γνωστικές δυνατότητες δεν είναι γενικά αποδεκτή (Flavell, 1982. Linn, 1982), διότι τα ερευνητικά δεδομένα δε συνηγορούν για την απότομη διαφοροποίηση των γνωστικών ικανοτήτων που συνεπάγεται η μετάβαση σε κάθε ανώτερο στάδιο γνωστικής ανάπτυξης. Η ύπαρξη ολικών δομών που χαρακτηρίζουν κάθε στάδιο γνωστικής ανάπτυξης αμφισβητείται επίσης έντονα, διότι τα ερευνητικά δεδομένα δεν οδηγούν σε οριστικά συμπεράσματα και προκαλούν διϊστάμενες απόψεις (Neimark, 1975. Ennis, 1976. Wason & Johnson-Laird, 1972). Δεν υπάρχει επίσης γενική αποδοχή της άποψης ότι η τυπική λογική σκέψη (ΤΛΣ) είναι το καταληκτικό στάδιο της γνωστικής ανάπτυξης (Arlin, 1975. Riegel, 1973. Sinnot, 1975). Οι επιφυλάξεις αυτές ενισχύονται και από φιλοσοφικές τοποθετήσεις που δεν αποδέχονται το λογικό "θετικισμό" της πιαζετιανής θεωρίας (Broughton, 1977). Οι αμφισβητήσεις ενισχύονται επίσης και από έρευνες που αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία σε μεταβλητές οι οποίες σχετίζονται με τα γνωστικά έργα που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των γνωστικών ικανοτήτων (συγκεκριμένο ή αφηρημένο περιεχόμενο, οδηγίες κ.α) (Cheng & Holyoak, 1985. Cheng, Holyoak, Nisbett, & Oliver, 1986. Neimark, 1979. Valanides, 1990), την επίδραση των ατομικών χαρακτηριστικών (ικανοτήτων, κλίσεων κλπ.) των υποκειμένων (Linn, 1978. Riebman & Overton, 1977) και το ρόλο των εξειδικευμένων γνώσεων (Pulos & Linn, 1981. Wason & Johnson-Laird, 1972. Lunzer, Harrison, & Davey, 1972. Clement, 1979).

Το κύμα των αμφισβητήσεων συγκεκριμένων απόψεων της πιαζετιανής θεωρίας καθοδήγησε ερευνητικές προσπάθειες με στόχο την υπέρβαση των διαφωνιών που προέκυψαν. Οι προσπάθειες αυτές οδήγησαν σε διαφοροποιημένες θεωρητικές προσεγγίσεις οι οποίες προσπαθούν να συμπληρώσουν τα κενά που εντοπίστηκαν στη θεωρία του Piaget. Ενδεικτικά αναφέρονται η θεωρία των δεξιοτήτων (Fisher 1980. Fisher & Pipp, 1984) και ο εμπειρικός-βιωματικός δομισμός (Demetriou & Efklides, 1994) που υποστηρίζουν την ύπαρξη γνωστικών ικανοτήτων εξειδικευμένων για το χειρισμό διαφόρων τομέων γνώσης. Η δεύτερη θεωρία, για παράδειγμα, εισηγείται την ύπαρξη των Εξειδικευμένων Δομικών Συστημάτων (ΕΔΟΣ) που αποτελούν περιορισμένες δέσμες γνωστικών ικανοτήτων. Τα διάφορα ΕΔΟΣ χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες γνωστικές διαδικασίες που εφαρμόζονται πάνω σε ορισμένα πεδία της πραγματικότητας. Η θεωρία τέλος των εποικοδομητικών τελεστών (Pascual-Leone, 1970. Pascual-Leone, Goodman, Ammon, & Subelman, 1978) αποδίδει ιδιαίτερη σημασία σε μεταβλητές που σχετίζονται με τις ατομικές διαφορές και εξηγεί σε κάποιο βαθμό τα προβλήματα που αναφέρονται στην οριζόντια και την κατακόρυφη ανάπτυξη (Niaz, 1991).

Εκτός από τις θεωρητικές αμφισβητήσεις η θεωρία του Piaget συνδέθηκε και με ένα σημαντικό μεθοδολογικό πρόβλημα, διότι τα πορίσματα των ερευνών που πραγματοποίησε ο Piaget και οι συνεργάτες του στηρίχθηκαν σε μη αντιπροσωπευτικά δείγματα υποκειμένων. Η σύνδεση της θεωρίας με τη συλλογή δεδομένων μόνο με ατομικές συνεντεύξεις κλινικού τύπου, εξυπηρετούσε την άποψη του Piaget για μελέτη του "επιστημικού" υποκειμένου, αλλά "καθυστέρησε" τη στροφή σε ερευνητικά δοκίμια που ευνοούν τη συλλογή δεδομένων από αντιπροσωπευτικά δείγματα υποκειμένων. "Μέχρι το 1973, η πιστοποίηση των σταδίων γνωστικής ανάπτυξης, ακολουθώντας το παράδειγμα του Piaget, γινόταν μόνο με ατομικές συνεντεύξεις κλινικού τύπου" (Adey & Shayer, 1994, σελ. 29).

Η αλλαγή στη μεθοδολογία συλλογής δεδομένων άρχισε με την ερευνητική προσπάθεια της Somerville (1974) στην Αυστραλία που οδήγησε σταδιακά στην κατασκευή εξεταστικών δοκιμίων κατάλληλων για συλλογή δεδομένων από αντιπροσωπευτικά δείγματα. Μια γνωστή και συστηματική προσπάθεια για την καταγραφή των ικανοτήτων της λογικής σκέψης και την πιστοποίηση των επιπέδων ανάπτυξης έγινε στην Αγγλία και την Ουαλία από μεγάλη ερευνητική ομάδα (Concepts in Secondary Mathematics and Science, 1975-1978) και κάλυψε άτομα ηλικίας 6-16 ετών. Τα αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας έδειξαν ότι:(α) μόνο το 30% των ατόμων ηλικίας 16 ετών είχαν αναπτύξει ικανότητες πρώιμης τυπικής λογικής σκέψης, (β) το εύρος των διαφορών ανάμεσα σε άτομα της ίδιας χρονολογικής ηλικίας ήταν πολύ μεγαλύτερο από ό,τι αρχικά είχε υποτεθεί, και (γ) η γνωστική ανάπτυξη αγοριών και κοριτσιών είχε σημαντικές διαφορές. Αναφορικά με τις διαφορές της γνωστικής ανάπτυξης αγοριών και κοριτσιών βρέθηκε ότι τα κορίτσια είχαν οριακό προβάδισμα έναντι των αγοριών μέχρι την ηλικία των 14 ετών, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασαν ενδείξεις γνωστικής ανάπτυξης. Τα αποτελέσματα αυτά συνδέθηκαν με τις απόψεις που διατύπωσε ο Epstein (1980, 1986, 1990) για τους ρυθμούς ωρίμανσης του εγκεφάλου και την ύπαρξη απότομων "εκτινάξεων" της ωρίμανσης στις

ηλικίες των 4-6, των 10-12 και 14-16 ετών. Προτάθηκε μάλιστα ότι η "εκτίναξη" που πραγματοποιείται στην ηλικία των 10-12 ετών είναι σε "μέγεθος" δύο φορές μεγαλύτερη για τα κορίτσια σε σύγκριση με τα αγόρια, ενώ το αντίθετο συμβαίνει για την "εκτίναξη" των 14-16 χρόνων. Ετσι, οι διαφορές μεταξύ των φύλων στο ρυθμό της γνωστικής ανάπτυξης μπορεί να αντανακλά τις διαφορές που έχουν στο ρυθμό της εγκεφαλικής ανάπτυξης.

Αν όμως, κατά τον Piaget, η διαδικασία της ωρίμανσης βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τη διαδικασία της εξισορρόπησης (Smith, 1987) η οποία ρυθμίζει τη μετάβαση σε ένα νέο στάδιο ανάπτυξης ως αποτέλεσμα όμως της επίδρασης του περιβάλλοντος, τότε τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι σημαντικά για το σχεδιασμό παρεμβατικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων, ώστε να αξιοποιούνται οι νέες γνωστικές δυνατότητες οι οποίες δημιουργούνται μετά από κάθε "εκτίναξη" της ωρίμανσης του κεντρικού νευρικού συστήματος.

Η αποδοχή της συμβολής του περιβάλλοντος στη γνωστική ανάπτυξη σχετικοποιεί τη διάκριση ανάπτυξης και μάθησης, διότι είναι δυνατός ο χειρισμός και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος κατά τρόπο ο οποίος να υποβοηθά τη γνωστική ανάπτυξη. Αν η κατάλληλη διαμόρφωση του περιβάλλοντος εναρμονίζεται με την έννοια της διδασκαλίας, τότε το αποτέλεσμά της πρέπει να θεωρείται μάθηση. "Ο χειρισμός και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος με σκοπό τη μεγιστοποίηση της γνωστικής ανάπτυξης είναι μια εξειδικευμένη μορφή μάθησης, που χαρακτηρίζεται ως παρέμβαση στην αναπτυξιακή διαδικασία" (Adey & Shayer, 1994, σελ. 4). Η παρέμβαση αυτή πρέπει μάλιστα να επιχειρείται στις κατάλληλες χρονικές στιγμές οι οποίες είναι διαφορετικές για τα δύο φύλα. Η αναγκαιότητα για παρέμβαση στη γνωστική ανάπτυξη είναι, για παράδειγμα, μεγαλύτερη για τα κορίτσια στις ηλικίες 10-12 ετών, διότι στην περίοδο αυτή εμφανίζεται η σημαντικότερη "εκτίναξη" των γνωστικών δυνατοτήτων τους. Υπάρχουν μάλιστα και δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψη ότι η παρέμβαση στη γνωστική διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται "γνωστική επιτάχυνση" επηρεάζει θετικά τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα τις σχολικές επιδόσεις των μαθητών. Η παρέμβαση θεωρείται ότι είναι σημαντική "διαδικασία με την οποία αυξάνονται ουσιαστικά για το μαθητικό πληθυσμό οι ευκαιρίες της ζωής" (Adey & Shayer, 1994, σελ. 10).

Η παρούσα έρευνα έχει ως σκοπό της την περαιτέρω διερεύνηση πτυχών της γνωστικής ανάπτυξης που βρίσκονται στο επίκεντρο θεωρητικών αμφισβητήσεων και στην αναζήτηση ερευνητικής υποστήριξης για ποιοτικές αλλαγές στην εκπαιδευτική διαδικασία (όπως αναλυτικά προγράμματα και διδακτικές προσεγγίσεις). Ειδικότερα, η έρευνα αποσκοπεί στην αξιολόγηση των επιδόσεων μαθητών ηλικίας 12-18 ετών (μαθητών πρώτης, δευτέρας και τρίτης τάξης γυμνασίου και λυκείου) σε ένα σταθμισμένο δοκίμιο λογικής σκέψης που εξετάζει πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης που σχετίζονται με τις αναλογίες, τον έλεγχο μεταβλητών, τις πιθανότητες, τη συσχέτιση και τους συνδυασμούς και να διερευνήσει πιθανές διαφορές που σχετίζονται με τις ικανότητες αυτές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών ή μεταξύ των μαθητών των έξι τάξεων που συμμετέχουν στην έρευνα. Με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στα γνωστικά έργα και τις εισηγήσεις των κατασκευαστών του δοκιμίου που χρησιμοποιήθηκε, οι μαθητές κατατάσσονται σε

στάδια γνωστικής ανάπτυξης. Διερευνάται η επίδραση του φύλου, της ηλικίας, του τόπου διαμονής (χωριό, πόλη) των μαθητών και του μορφωτικού επιπέδου των γονιών τους ως δεικτών πρόβλεψης της συνολικής επίδοσης των μαθητών στα γνωστικά έργα που χρησιμοποιήθηκαν. Εξετάζεται επίσης η δομή των γνωστικών επιδόσεων των αγοριών, των κοριτσιών και του συνόλου των μαθητών στα δέκα γνωστικά έργα (δύο έργα από κάθε μορφή σκέψης) που χρησιμοποιήθηκαν και συγκρίνονται οι επιδόσεις του συνόλου των μαθητών στα έργα αυτά.

Μέθοδος

Υποκείμενα

Η Μέση Εκπαίδευση στην Κύπρο είναι χωρισμένη σε δύο βαθμίδες (ή κύκλους σπουδών), το γυμνάσιο και το λύκειο. Η φοίτηση των μαθητών στο γυμνάσιο είναι υποχρεωτική και η εκπαίδευση είναι κοινή για όλους τους μαθητές. Αντίθετα, η φοίτηση στο λύκειο δεν είναι υποχρεωτική, ενώ από την πρώτη τάξη του λυκείου οι μαθητές επιλέγουν κατεύθυνση σπουδών ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τις επιδόσεις τους. Οι κατευθύνσεις σπουδών που μπορούν να επιλέξουν οι μαθητές είναι η κλασική, η οικονομική, η εμπορική, η των θετικών επιστημών και των ξένων γλωσσών. Μετά το γυμνάσιο, οι μαθητές μπορούν επίσης να φοιτήσουν στις τεχνικές σχολές που λειτουργούν παράλληλα με το λύκειο.

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχε το σύνολο των μαθητών τριών γυμνασίων και δύο λυκείων ενός αστικού κέντρου που ήταν κατανεμημένοι σε 130 διαφορετικά τμήματα. Η σύνθεση του δείγματος της έρευνας φαίνεται στον Πίνακα 1. Εκτός των 3601 μαθητών

Πίνακας 1

Μαθητικός πληθυσμός κατά τάξη, φύλο
και κύκλο σπουδών (Γυμνάσιο/Λύκειο)

Τάξη	Αριθμός Τάξεων	Αγόρια	Κορίτσια	Σύνολο
Γυμνάσιο				
Α	24	352	356	708
Β	24	352	312	664
Γ	22	361	316	677
Σύνολο	70	1065	984	2049
Λύκειο				
Α	21	268	303	571
Β	18	216	282	498
Γ	21	224	259	483
Σύνολο	60	708	844	1552
Γενικό Σύνολο	130	1773	1828	3601

(1773 αγοριών και 1828 κορίτσιων) στα σχολεία αυτά φοιτούσαν ακόμα 199 μαθητές οι οποίοι όμως απουσίαζαν κατά τη διάρκεια της συλλογής των δεδομένων.

Η επιλογή των σχολείων αυτών δεν ήταν τυχαία αλλά σκόπιμη. Η επιλογή απέβλεπε στην εξασφάλιση ενός, όσο το δυνατό, αντιπροσωπευτικού δείγματος από άποψη κοινωνικοοικονομικού επιπέδου των οικογενειών των μαθητών οι οποίοι έλαβαν μέρος στην έρευνα.

Έργα

Για την αξιολόγηση των γνωστικών ικανοτήτων και του σταδίου γνωστικής ανάπτυξης των μαθητών χρησιμοποιήθηκε το Δοκίμιο Λογικής Σκέψης (ΔΛΣ) (Valanides, 1990). Το ΔΛΣ είναι είναι μετάφραση στα ελληνικά ενός ανίστοιχου σταθμισμένου δοκιμίου γραμμένου στα αγγλικά (Tobin & Capie, 1980, 1981). Το ΔΛΣ αποτελείται από δέκα γνωστικά έργα που ανά δύο αναφέρονται στις αναλογίες, τον έλεγχο μεταβλητών, τις πιθανότητες, τη συσχέτιση και τους συνδυασμούς. Εκτός των συνδυασμών, τα υπόλοιπα έργα είναι ερωτήσεις διπλής πολλαπλής επιλογής. Οι μαθητές πρέπει να επιλέξουν όχι μόνο την ορθή απάντηση αλλά και την καλύτερη δικαιολογία ανάμεσα στις επιλογές που τους δίνονται, για να περιορισθεί η πιθανότητα τυχαίων απαντήσεων για τα έργα αυτά.

(α) Στα έργα αναλογιών πρέπει να υπολογιστεί πόσα ποτήρια χυμού μπορούν να παραχθούν από έξι όμοια πορτοκάλια (πρώτο έργο) ή πόσα όμοια πορτοκάλια απαιτούνται για την παραγωγή δεκατριών ποτηριών χυμού (δεύτερο έργο), αν η αναλογία πορτοκαλιών και ποτηριών χυμού που παράγεται από αυτά είναι δύο προς τρία.

(β) Στα έργα ελέγχου μεταβλητών δίνονται τα διαγράμματα πέντε εκκρεμών με μεταβλητές το μήκος και το βάρος τους και ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν το συνδυασμό των εκκρεμών με τα οποία, ύστερα από πειραματισμό, θα μπορούσαν να διαπιστώσουν κατά πόσο η περίοδος του εκκρεμούς επηρεάζεται από το μήκος (τρίτο έργο) ή το βάρος του (τέταρτο έργο).

(γ) Στο πέμπτο έργο ζητείται να υπολογισθεί η πιθανότητα επιλογής του σπόρου ενός φυτού από ένα πακέτο έξι σπόρων που περιέχει ίσο αριθμό σπόρων δύο φυτών και στο έκτο έργο ζητείται η πιθανότητα επιλογής σπόρου που δίνει κόκκινα λουλούδια από ένα πακέτο 21 σπόρων οι οποίοι δίνουν άνισους αριθμούς ψηλών και κοντών λουλουδιών με κόκκινο (3 κοντά και 4 ψηλά), κίτρινο (4 κοντά και 2 ψηλά) και γαλάζιο (5 κοντά και 3 ψηλά) χρώμα.

(δ) Στα έργα συσχέτισης, οι μαθητές πρέπει να βρουν τη σχέση μεταξύ χοντρών και λεπτών ποντικών και του χρώματος της ουράς τους (άσπρο ή μαύρο) σε ένα δείγμα 18 ποντικών με μαύρες ουρές (16 χοντρών και 2 λεπτών) και 12 ποντικών με άσπρες ουρές (6 χοντρών και 6 λεπτών) ή τη σχέση μεταξύ χοντρών και λεπτών ψαριών και του πλάτους των ραβδώσεών τους σε ένα δείγμα 12 ψαριών με πλατιές ραβδώσεις (3 χοντρών και 9 λεπτών) και 16 ψαριών με λεπτές ραβδώσεις (4 χοντρών και 12 λεπτών).

(ε) Τα έργα των συνδυασμών διαφέρουν από τα προηγούμενα έργα, διότι δεν είναι ερωτήσεις διπλής πολλαπλής επιλογής. Στο πρώτο έργο των συνδυασμών, οι μα-

θητές πρέπει να καταγράψουν το σύνολο των συνδυασμών για το σχηματισμό μιας τριμελούς ομάδας με τη συμμετοχή ενός μόνο ατόμου από κάθε μία από άλλες τρεις μικτές ομάδες αγοριών και κοριτσιών. Στο τελευταίο έργο, οι μαθητές πρέπει να καταγράψουν το σύνολο των δυνατών συνδυασμών για την τοποθέτηση τεσσάρων διαφορετικών καταστημάτων σε τέσσερις συνεχόμενους χώρους. Στα έργα αυτά μόνο όσοι μαθητές κατέγραψαν το σύνολο των συνδυασμών κάθε προβλήματος (27 για το πρώτο έργο και 24 για το δεύτερο) θεωρήθηκε ότι έδωσαν ορθές απαντήσεις σε αυτά.

Το ΔΛΣ προτιμήθηκε με βάση τα αποτελέσματα εγκυρότητας και αξιοπιστίας που δημοσιεύτηκαν από τους συγγραφείς του (Tobin & Capie, 1980, 1981), τα πορίσματα της συγκριτικής μελέτης των ψυχομετρικών ιδιοτήτων του σε σχέση με παρόμοια δοκίμια (Ahlawat & Billeh, 1987), αλλά και με βάση τα αποτελέσματα αξιοπιστίας του με Κύπριους μαθητές διαφόρων ηλικιών (Βαλανίδης 1993, 1995α, 1995β. Valanides 1990, 1996) και την καταλληλότητα των γνωστικών έργων του για τα υποκείμενα της παρούσας έρευνας. Ακόμη, έχει ληφθεί υπόψη και η δυνατότητα χρησιμοποίησης των επιδόσεων στο ΔΛΣ για την κατάταξη των υποκειμένων σε στάδια γνωστικής ανάπτυξης με βάση τα πιαζετιανά πρότυπα. Οι Tobin & Capie (1980, 1981) συσχέτισαν τις επιδόσεις στην αγγλική μορφή του ΔΛΣ με τις επιδόσεις των ίδιων υποκειμένων σε πέντε κλινικές συνεντεύξεις από αυτές που περιγράφηκαν από τους Inhelder & Piaget (1958) και καθόρισαν τις επιδόσεις που αντιστοιχούσαν στα διάφορα στάδια γνωστικής ανάπτυξης. Με βάση τις εισηγήσεις αυτές, άτομα που έχουν επιδόσεις στο ΔΛΣ 0-1, 2-3 και 4-10 κατατάσσονται στη συγκεκριμένη λογική σκέψη (ΣΛΣ), στη μεταβατική λογική σκέψη (ΜΛΣ) και στην τυπική λογική σκέψη (ΤΛΣ), αντίστοιχα. Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας, άτομα με επιδόσεις στο ΔΛΣ 4-7 και 8-10 θεωρήθηκε ότι κατατάσσονται στην αρχόμενη τυπική λογική σκέψη (ΑΤΛΣ) και στην εμπεδωμένη τυπική λογική σκέψη (ΕΤΛΣ), αντίστοιχα. Ο διαχωρισμός του σταδίου της ΤΛΣ σε δύο υποστάδια έγινε διότι το εύρος των επιδόσεων που αντιστοιχούν στην ΤΛΣ (4-10) είναι πολύ μεγαλύτερο από το εύρος των επιδόσεων που αντιστοιχούν στην ΣΛΣ (0-1) και τη ΜΛΣ (2-3). Είναι επομένως δυνατό ένα άτομο να καταταγεί στην ΤΛΣ, χωρίς να είναι σε θέση να χειρίζεται τρεις από τις πέντε μορφές ΤΛΣ. Με την υποδιαίρεση του σταδίου, μόνο άτομα που χειρίζονται τουλάχιστο τέσσερις από τις πέντε μορφές ΤΛΣ κατατάσσονται στο στάδιο της ΕΤΛΣ.

Διαδικασία

Η συλλογή των δεδομένων άρχισε στα μέσα Οκτωβρίου του 1994 και ολοκληρώθηκε στο τέλος Ιανουαρίου του 1995. Οι μαθητές απάντησαν στα έργα του ΔΛΣ κατά τη διάρκεια μιας σχολικής περιόδου (45 λεπτά). Για τους μαθητές της πρώτης και δευτέρας γυμνασίου, χρησιμοποιήθηκε επιπρόσθετος χρόνος 5-10 λεπτών. Η σειρά παρουσίασης των έργων ήταν η ίδια για όλους τους μαθητές, για να αποφευχθούν πιθανά αποτελέσματα που σχετίζονται με τη σειρά παρουσίασης των έργων. Προηγήθηκαν τα έργα αναλογιών και ακολούθησαν τα έργα ελέγχου των μεταβλητών, των πιθανοτήτων, της συσχέτισης και των συνδυασμών. Τα δύο όμως έργα από κάθε μορφή σκέψης πα-

Πίνακας 2

Επιδόσεις στο δοκίμιο λογικής σκέψης (ΔΛΣ) κατά τάξη, φύλο και κύκλο σπουδών (Γυμνάσιο/Λύκειο) (N=3601)

	Μαθητές		Μαθήτριες		Σύνολο	
Τάξη	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ
Γυμνάσιο						
Α	1.93	2.04	1.63	1.78	1.77	1.92
Β	2.62	2.48	2.05	2.21	2.35	2.37
Γ	3.69	2.83	2.92	2.63	3.33	2.77
Σύνολο	2.75	2.58	2.18	2.28	2.48	2.46
Λύκειο						
Α	5.00	3.16	3.37	2.78	4.13	3.07
Β	4.95	3.18	3.94	2.83	4.38	3.03
Γ	5.79	2.93	4.36	2.86	5.03	2.97
Σύνολο	5.23	3.11	3.86	2.85	4.50	3.05
Γενικό Σύνολο	3.75	3.06	2.96	2.69	3.34	2.90

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος όρος, ΤΑ= Τυπική απόκλιση

ρουσιάστηκαν με διαφορετική σειρά, ενώ διαφοροποιήθηκε για κάθε σειρά έργων και η σειρά των πιθανών απαντήσεων και των πιθανών δικαιολογιών που τις συνόδευαν. Με τον τρόπο αυτό, σχηματίστηκαν δύο μορφές του ΔΛΣ και επιδιώχθηκε διαδοχικές σειρές μαθητών να απαντούν σε διαφορετική μορφή του ΔΛΣ. Εξηγήθηκε στους μαθητές ότι συμμετείχαν σε μια έρευνα που είχε ως σκοπό τη διερεύνηση του τρόπου της σκέψης τους κατά την εφαρμογή ορισμένων στρατηγικών οι οποίες απαιτούνται για τη λύση διαφόρων τύπων προβλημάτων. Τους ειπώθηκε ότι τα προβλήματα αυτά δεν απαιτούν ειδικές γνώσεις, αλλά η λύση τους εξαρτάται από τρόπους σκέψης που θεωρούνται ιδιαίτερα χρήσιμοι στην καθημερινή ζωή. Εξηγήθηκε ακόμα στους μαθητές ότι μερικά από τα έργα ίσως φαίνονται δύσκολα και ότι έπρεπε να επιδείξουν ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να εξασφαλιστούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Αποτελέσματα

Η αξιοπιστία του ΔΛΣ

Το εκτεταμένο δείγμα της έρευνας και το εύρος των ηλικιών που χρησιμοποιήθηκαν είχαν ως αποτέλεσμα ο συντελεστής α για την αξιοπιστία του ΔΛΣ να είναι υψηλός (α=.85). Ο συντελεστής α, για την αξιοπιστία των απαντήσεων των μαθητών στα έργα αναλογιών, ελέγχου μεταβλητών, πιθανοτήτων, συσχέτισης και συνδυασμών είχε

τιμές .70, .75, .64, .62 και .64 αντίστοιχα, παρόλο που δύο μόνο ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν για κάθε μορφή σκέψης. Οι τιμές αυτές είναι οι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές που βρέθηκαν με άλλα δείγματα Κυπρίων μαθητών διαφορετικής σύνθεσης ή μεγέθους (Βαλανίδης 1992, 1995α, 1995β, Valanides, 1990, 1996) και ενισχύουν το συμπέρασμα ότι το ΔΛΣ είναι ένα πολύ αξιόπιστο όργανο για τη μέτρηση των γνωστικών ικανοτήτων μαθητών μέσης εκπαίδευσης.

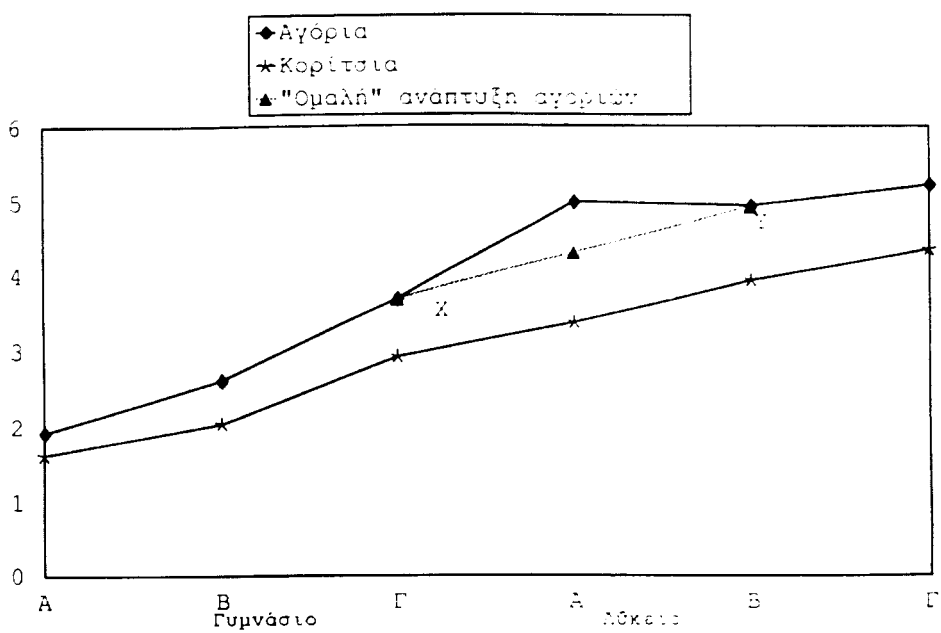
Επίδραση της τάξης και του φύλου στις επιδόσεις στο ΔΛΣ

Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι επιδόσεις των μαθητών στο ΔΛΣ κατά τάξη, φύλο και κύκλο σπουδών (γυμνάσιο/λύκειο). Στο Σχήμα 1 απεικονίζονται οι επιδόσεις στο ΔΛΣ.

Από τον Πίνακα 2 και το Σχήμα 1 φαίνεται ότι οι γνωστικές επιδόσεις τόσο των αγοριών όσο και των κοριτσιών παρουσιάζουν συστηματική αύξηση από την πρώτη γυμνασίου μέχρι την τρίτη λυκείου. Μοναδική εξαίρεση στον κανόνα αυτό αποτελούν οι γνωστικές επιδόσεις των αγοριών της δευτέρας λυκείου που δεν είναι υψηλότερες από τις επιδόσεις των αγοριών της πρώτης λυκείου. Τα αγόρια όμως της δευτέρας λυκείου παρά τη "στασιμότητα" των γνωστικών τους επιδόσεων έχουν υψηλότερες επιδόσεις από τις αντίστοιχες επιδόσεις των κοριτσιών της τάξης τους, όπως ακριβώς και σε όλες τις άλλες τάξεις. Η γραμμή ΧΥ στο Σχήμα 1 δεί-

Σχήμα 1

Επιδόσεις στο ΔΛΣ κατά τάξη και φύλο



χνει την πορεία αύξησης των γνωστικών επιδόσεων, αν δεν εμφανιζόταν η συγκεκριμένη "εξαίρεση" στις επιδόσεις των αγοριών της δευτέρας τάξης του λυκείου.

Για τη διερεύνηση της επίδρασης του φύλου και της τάξης των μαθητών εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική επίδοση των μαθητών στο ΔΛΣ (0-10) και ανεξάρτητες μεταβλητές την τάξη και το φύλο των μαθητών [6 (τάξεις) Χ 2 (φύλα)]. Από τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των τάξεων [F((5, 3589)(129,04, p<0.001] όσο και μεταξύ αγοριών και κοριτσιών [F((1, 3589)(105.17, p<0.001]. Η αλληλεπίδραση τάξης και φύλου ήταν επίσης στατιστικά σημαντική [F((5, 3589) (5.62, p <0.001].

Για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των έξι τάξεων και την εξέταση της αλληλεπίδρασης τάξης και φύλου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Scheffe πολλαπλών συγκρίσεων τόσο για τις επιδόσεις του συνόλου των μαθητών όσο και χωριστά για τις επιδόσεις των αγοριών ή των κοριτσιών κατά τάξη. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που εντοπίστηκαν με τη μέθοδο Scheffe φαίνονται στον Πίνακα 3.

Η συνολική μέση επίδοση των αγοριών στο ΔΛΣ (3.75) ήταν στατιστικά υψηλότερη από την αντίστοιχη μέση επίδοση των κοριτσιών (2.96). Από τη σύγκριση των επιδόσεων των αγοριών και των κοριτσιών για κάθε τάξη χωριστά βρέθηκε ότι τα αγόρια είχαν, σε όλες τις τάξεις, στατιστικά υψηλότερες επιδόσεις από τα κορίτσια (p<0.05 για την πρώτη τάξη γυμνασίου και p<0.01 για τις άλλες τάξεις). Οι διαφορές αυτές και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 μπορούν ευκολότερα να εντοπιστούν στο Σχήμα 1.

Από το Σχήμα 1, εντοπίζεται εύκολα και η "εκτίναξη" των επιδόσεων των αγοριών της πρώτης λυκείου με αποτέλεσμα (α) να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών της

Πίνακας 3

Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών των έξι τάξεων στο ΔΛΣ

Τάξη		Αγόρια						Κορίτσια						Σύνολο					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Α Γυμνασίου	1																		
Β Γυμνασίου	2													*					
Γ Γυμνασίου	3	*	*					*	*					*	*				
Α Λυκείου	4	*	*	*				*	*					*	*	*			
Β Λυκείου	5	*	*	*				*	*	*				*	*	*			
Γ Λυκείου	6	*	*	*				*	*	*	*			*	*	*	*	*	

* = r<.05 *= Διαφορές στις συγκρίσεις αγοριών-κοριτσιών

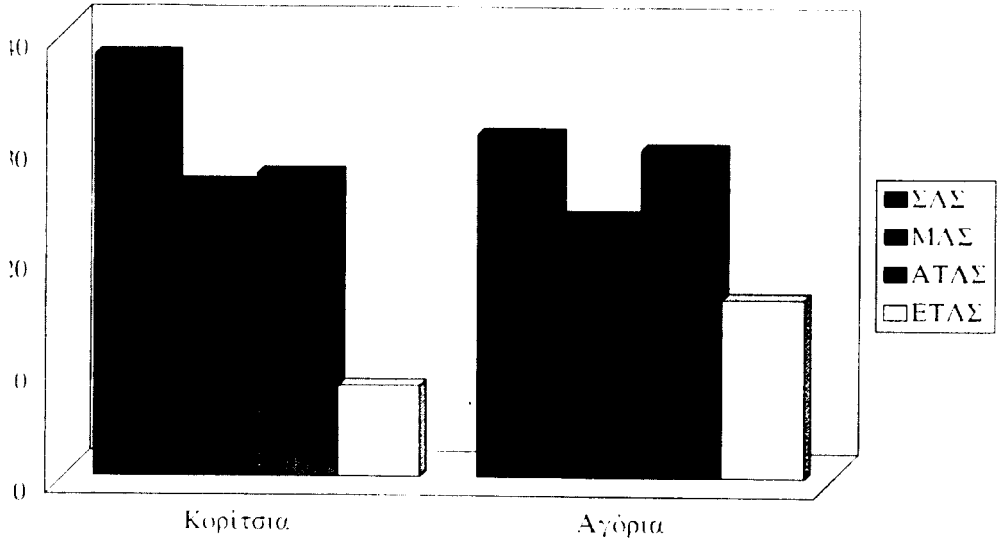
Πίνακας 4

Ποσοστά μαθητών στα διάφορα στάδια γνωστικής ανάπτυξης κατά τάξη και φύλο (N=3601)

Τάξη	ΣΛΣ	ΜΛΣ	ΑΤΛΣ	ΕΤΛΣ
Α' Γυμνασίου				
Μαθητές	51.4	30.1	16.2	2.3
Μαθήτριες	57.0	27.5	14.9	0.6
Σύνολο	54.2	28.8	15.5	1.4
Β' Γυμνασίου				
Μαθητές	42.3	28.4	23.9	5.4
Μαθήτριες	52.9	24.4	20.2	2.6
Σύνολο	47.3	26.5	22.1	4.1
Γ' Γυμνασίου				
Μαθητές	29.6	23.5	35.5	11.4
Μαθήτριες	37.7	28.2	25.3	8.9
Σύνολο	33.4	25.7	30.7	10.2
Α' Λυκείου				
Μαθητές	17.9	19.0	34.0	29.1
Μαθήτριες	31.7	24.8	33.3	10.2
Σύνολο	25.2	22.1	33.6	19.1
Β' Λυκείου				
Μαθητές	18.5	18.5	31.9	31.0
Μαθήτριες	23.8	25.2	36.5	14.5
Σύνολο	21.5	22.3	34.5	21.7
Γ' Λυκείου				
Μαθητές	9.8	15.2	42.4	32.6
Μαθήτριες	16.6	28.6	38.6	16.2
Σύνολο	13.5	22.4	40.4	23.8
Όλες οι τάξεις				
Μαθητές	30.9	23.5	29.6	16.1
Μαθήτριες	37.9	26.4	27.4	8.3
Γενικό Σύνολο	34.4	25.0	28.4	12.2

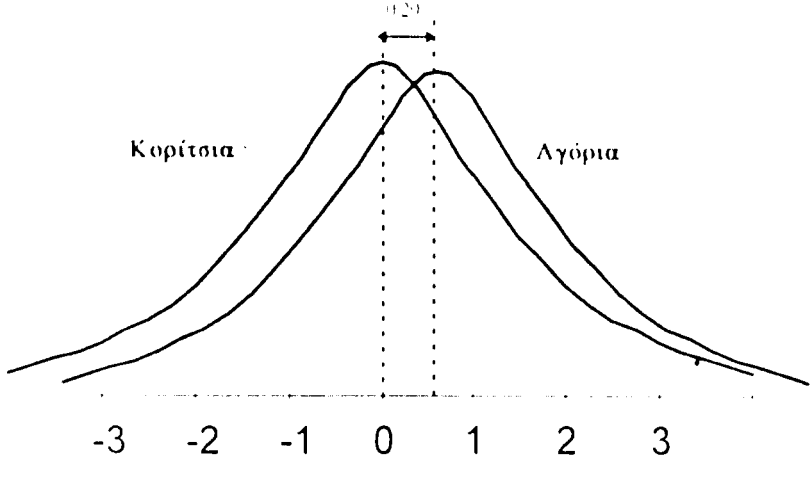
Σημείωση: ΣΛΣ= Συγκεκριμένη Λογική Σκέψη, ΜΛΣ= Μεταβατική Λογική Σκέψη, ΑΤΛΣ= Αρχόμενη Τυπική Λογική σκέψη, ΕΤΛΣ= Εμπεδωμένη Τυπική Λογική Σκέψη

πρώτης λυκείου και της τρίτης γυμνασίου μόνο στα αγόρια και (β) να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών της τρίτης και πρώτης λυκείου μόνο στα κορίτσια. Έχει ήδη αναφερθεί ότι τα αγόρια της πρώτης λυκείου είχαν υψηλότερη επίδοση (5.00) από τα αγόρια της δευτέρας λυκείου (4.95).



Σχήμα 2

Ποσοστά μαθητών στα διάφορα στάδια γνωστικής ανάπτυξης κατά φύλο



Σχήμα 3

«Κανονικές» κατανομές των επιδόσεων των αγοριών και των κοριτσιών στο ΔΛΣ

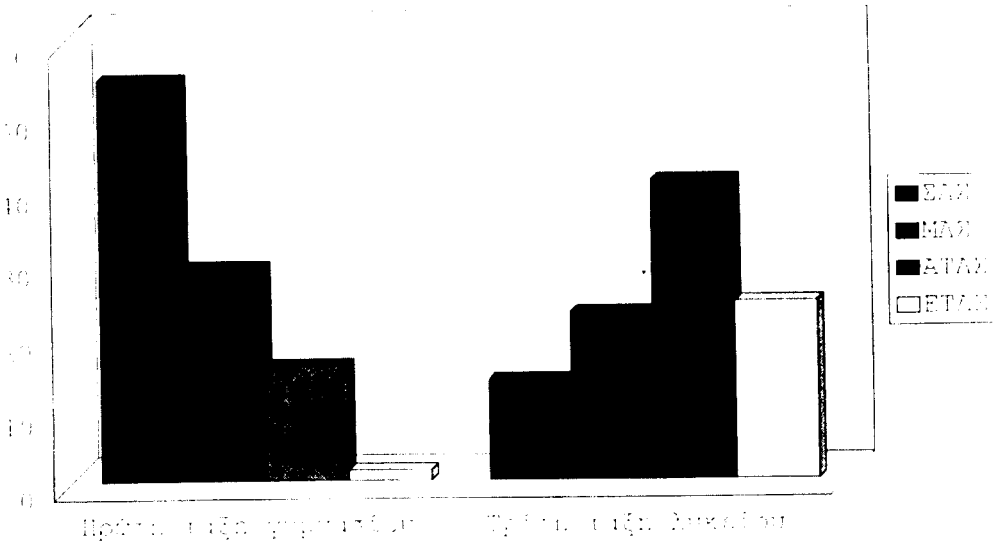
Η υπεροχή των αγοριών έναντι των κοριτσιών στις γνωστικές επιδόσεις τους στο ΔΛΣ επιβεβαιώνεται και από τον Πίνακα 4 που παρουσιάζει τα ποσοστά των μαθητών που βρίσκονται στη ΣΛΣ, στη ΜΛΣ, στην ΑΤΛΣ και στην ΕΤΛΣ κατά τάξη και φύλο.

Έτσι, σε κάθε τάξη τα ποσοστά των κοριτσιών που βρίσκονται στην ΑΤΛΣ ή στην ΕΤΛΣ είναι χαμηλότερα από τα αντίστοιχα ποσοστά αγοριών. Μοναδική απόκλιση από τον κανόνα αυτό αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό κοριτσιών της δευτέρας λυκείου που βρίσκονται στην ΑΤΛΣ σε σύγκριση με το αντίστοιχο ποσοστό αγοριών. Στο Σχήμα 2 φαίνονται τα ποσοστά αγοριών και κοριτσιών που βρίσκονται στα διάφορα στάδια γνωστικής ανάπτυξης για το συνολικό αριθμό (3601) των μαθητών.

Ένδειξη των διαφορών μεταξύ αγοριών και κοριτσιών αποτελεί το "μέγεθος του αποτελέσματος" (Glass, McGaw, & Smith, 1981) που υπολογίστηκε με βάση την τυπική απόκλιση των επιδόσεων των κοριτσιών. Η τιμή "του μεγέθους του αποτελέσματος" είναι ίση με .29 (3.75-2.96/2.69=.29). Με την προϋπόθεση ότι οι κατανομές των επιδόσεων αγοριών και κοριτσιών είναι κανονικές, προκύπτει ότι το μέσο αγόρι ήταν .29 τυπικές αποκλίσεις πάνω από το μέσο κορίτσι ή ότι το μέσο αγόρι είχε υψηλότερες επιδόσεις στα γνωστικά έργα του ΔΛΣ από το 61.41% των κοριτσιών. Η σχέση των "κανονικών" κατανομών των επιδόσεων αγοριών-κοριτσιών φαίνεται στο Σχήμα 3, ενώ ενδείξεις για το βαθμό απόκλισης από τις κανονικές κατανομές φαίνονται στο Σχήμα 2. Από το Σχήμα 2 προκύπτει, για παράδειγμα, ότι η κατανομή των επιδόσεων των κοριτσιών στο ΔΛΣ είναι θετικά λοξή.

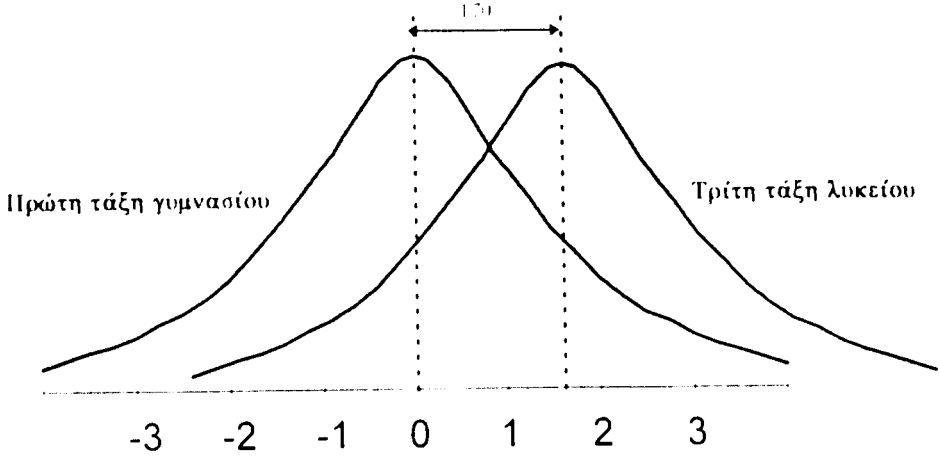
Το ποσοστό των μαθητών που βρίσκονται στη ΣΛΣ υπερβαίνει το 50% στην πρώτη τάξη του γυμνασίου και μειώνεται σταδιακά μέχρι το 13.5% στην τρίτη λυκείου, ενώ παρατηρείται μια σταδιακή μετατόπιση των μαθητών σε ανώτερα στάδια γνωστικής ανάπτυξης. Για παράδειγμα, το ποσοστό μαθητών που βρίσκονται στην ΕΤΛΣ αυξάνεται από 1.4% στην πρώτη γυμνασίου στο 23.8% στην τρίτη λυκείου. Στο Σχήμα 4 φαίνονται τα ιστογράμματα των κατανομών των μαθητών στα διάφορα στάδια γνωστικής ανάπτυξης για την πρώτη τάξη του γυμνασίου καὶ για την τρίτη τάξη του λυκείου. Από το Σχήμα 4 φαίνονται η μετατόπιση των μαθητών της τρίτης λυκείου σε ανώτερα στάδια γνωστικής ανάπτυξης σε σύγκριση με τους μαθητές της πρώτης λυκείου καθώς και οι διαφορές των δύο κατανομών. Για παράδειγμα, προκύπτει ότι η κατανομή των επιδόσεων των μαθητών της πρώτης γυμνασίου στο ΔΛΣ είναι θετικά λοξή, ενώ η αντίστοιχη κατανομή των μαθητών της τρίτης λυκείου είναι αρνητικά λοξή.

Η γνωστική ανάπτυξη των μαθητών από την πρώτη τάξη γυμνασίου μέχρι την τρίτη τάξη λυκείου μπορεί να εκφραστεί και με το "μέγεθος του αποτελέσματος" που υπολογίστηκε με βάση την τυπική απόκλιση των επιδόσεων των μαθητών της πρώτης γυμνασίου που ισούται με 1.70 (5.03-1.77/1.92=1.70). Με την προϋπόθεση ότι οι κατανομές των επιδόσεων των μαθητών της πρώτης τάξης του γυμνασίου και της τρίτης τάξης του λυκείου είναι κανονικές, προκύπτει ότι ο μέσος μαθητής της τρίτης λυκείου ήταν 1.70 τυπικές αποκλίσεις πάνω από το μέσο μαθητή της πρώτης γυμνασίου ή ότι ο μέσος μαθητής της τρίτης λυκείου είχε υψηλότερη επίδοση στο ΔΛΣ από το 95.54% των μαθητών της πρώτης γυμνασίου. Στο Σχήμα 5 φαίνονται οι σχετικές θέσεις των δύο "κανονικών" κατανομών.



Σχήμα 4

Ποσοστά μαθητών στα διάφορα στάδια γνωστικής ανάπτυξης
για την πρώτη τάξη γυμνασίου και την τρίτη τάξη λυκείου



Σχήμα 5

«Κανονικές» κατανομές των επιδόσεων των μαθητών της πρώτης τάξης γυμνασίου
και της τρίτης τάξης λυκείου στο ΔΛΣ

Πίνακας 5

Επιδόσεις στα γνωστικά έργα Αναλογιών, Ελέγχου Μεταβλητών, Πιθανοτήτων Συσχέτισης και Συνδυασμών κατά τάξη και κύκλο (Γυμνάσιο/Λύκειο) (N=3601)

Τάξη	Αναλογίες		Έλεγχος Μεταβλητών		Πιθανότητες		Συσχέτιση		Συνδυασμοί	
	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ
Γυμνάσιο										
Α	.50	.73	.38	.65	.35	.62	.20	.47	.36	.63
Β	.57	.75	.58	.79	.43	.69	.34	.61	.44	.73
Γ	.95	.86	.83	.99	.57	.75	.42	.68	.55	.75
Σύνολο	.67	.81	.59	.80	.45	.69	.32	.60	.45	.71
Λύκειο										
Α	1.13	.88	1.03	.90	.63	.82	.55	.76	.79	.82
Β	1.22	.84	1.04	.90	.71	.84	.61	.80	.78	.81
Γ	1.35	.79	1.24	.86	.81	.84	.79	.83	.84	.85
Σύνολο	1.23	.84	1.10	.90	.71	.83	.65	.80	.80	.83
Γενικό Σύνολο	.91	.87	.81	.88	.56	.77	.46	.71	.60	.78

Όπως έχει αναφερθεί, η μια κατανομή είναι θετικά λοξή και η άλλη αρνητικά λοξή και επομένως το ποσοστό 95.54% αποτελεί συντηρητικό και έγκυρο υπολογισμό, ενώ στην πραγματικότητα, με βάση τις πραγματικές κατανομές των επιδόσεων των μαθητών, ο μέσος μαθητής της τρίτης λυκείου έχει υψηλότερη επίδοση στο ΔΛΣ από ποσοστό μεγαλύτερο από το 95.54% των μαθητών της πρώτης γυμνασίου.

Επίδραση της τάξης και του φύλου στις επιδόσεις στα γνωστικά έργα κάθε μορφής ΤΛΣ

Ο Πίνακας 5 δείχνει τις επιδόσεις των μαθητών στα έργα των πέντε μορφών τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ), κατά τάξη και κύκλο σπουδών (Γυμνάσιο/ Λύκειο).

Από τον Πίνακα 5 φαίνεται ότι αυξάνονται συστηματικά, από την πρώτη γυμνασίου στην τρίτη λυκείου, οι επιδόσεις των μαθητών στα γνωστικά έργα και των πέντε ΤΠΣ που εξετάζει το ΔΛΣ. Οι επιδόσεις των μαθητών της πρώτης τάξης του γυμνασίου φαίνεται να είναι διαφορετικές για τα γνωστικά έργα των πέντε μορφών σκέψης του ΔΛΣ. Διαφορετικοί επίσης φαίνεται να είναι και οι ρυθμοί αύξησης των επιδόσεων ανάλογα με τη μορφή σκέψης και ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Για παράδειγμα, ορισμένες μορφές σκέψης (αναλογίες, έλεγχος μεταβλητών) εμφανίζονται περισσότερο ανεπτυγμένες από τις άλλες, αφού και οι αρχικές επιδόσεις των μαθητών στα γνωστικά

Πίνακας 6

Πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης 6 (τάξεις) x 2 (φύλα)
για τις επιδόσεις στα γνωστικά έργα των πέντε μορφών ΤΛΣ

	Βαθμοί Ελευθερίας	F	Επίπεδο Σημαντικότητας
Τάξη			
Αναλογίες	5, 3589	117.152	0.000
Έλεγχος Μεταβλητών	5, 3589	91.486	0.000
Πιθανότητες	5, 3589	35.014	0.000
Συσχέτιση	5, 3589	57.227	0.000
Συνδυασμοί	5, 3589	46.189	0.000
Φύλο			
Αναλογίες	1, 3589	50.989	0.000
Έλεγχος Μεταβλητών	1, 3589	10.869	0.001
Πιθανότητες	1, 3589	104.316	0.000
Συσχέτιση	1, 3589	57.227	0.000
Συνδυασμοί	1, 3589	50.100	0.000
Τάξη και Φύλο			
Αναλογίες	5, 3589	2.300	0.043
Έλεγχος Μεταβλητών	5, 3589	1.760	0.118
Πιθανότητες	1, 3589	4.740	0.000
Συσχέτιση	1, 3589	3.008	0.010
Συνδυασμοί	1, 3589	7.073	0.000

έργα αυτών των μορφών σκέψης αλλά και οι ρυθμοί αύξησης των επιδόσεων σε αυτές φαίνεται να είναι μεγαλύτεροι σε σύγκριση με τις άλλες μορφές σκέψης.

Για τον εντοπισμό πιθανών στατιστικών διαφορών που σχετίζονται με καθεμία από τις πέντε μορφές ΤΛΣ χρησιμοποιήθηκε πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με εξαρτημένες μεταβλητές τις επιδόσεις στα έργα των αναλογιών, του ελέγχου μεταβλητών, των πιθανοτήτων, της συσχέτισης και των συνδυασμών και ανεξάρτητες μεταβλητές την τάξη και το φύλο των μαθητών [6 (τάξεις) x 2 (φύλα)]. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών φαίνονται στον Πίνακα 6.

Από τον Πίνακα 6 προκύπτει ότι οι επιδόσεις των μαθητών στα έργα των πέντε μορφών λογικής σκέψης του ΔΛΣ παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές που σχετίζονται με την τάξη και το φύλο των μαθητών και ότι οι διαφορές των επιδόσεων μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για τα έργα των πιθανοτήτων, της συσχέτισης και των συνδυασμών δεν είναι ομοιόμορφες μεταξύ όλων των τάξεων γυμνασίου και λυκείου. Με βάση τις συγκρίσεις που έγιναν βρέθηκε ότι οι επιδόσεις των αγοριών στα έργα καθεμιάς

Πίνακας 7

Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών
των έξι τάξεων στα έργα των πέντε μορφών σκέψης του ΔΛΣ

Τάξη		Αναλογίες						Έλεγχος Μεταβλητών						Πιθανότητες						Συσχέτιση						Συνδυασμοί					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Σύνολο Μαθητών																															
Α Γυμνασίου	1																														
Β Γυμνασίου	2							*												*											
Γ Γυμνασίου	3	*	*					*	*					*	*					*							*				
Α Λυκείου	4	*	*	*				*	*	*				*	*					*	*					*	*	*			
Β Λυκείου	5	*	*	*				*	*	*				*	*					*	*	*				*	*	*			
Γ Λυκείου	6	*	*	*	*			*	*	*	*	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*		*	*	*			
Αγόρια																															
Α Γυμνασίου	1																														
Β Γυμνασίου	2																														
Γ Γυμνασίου	3	*	*					*	*					*						*							*				
Α Λυκείου	4	*	*	*				*	*	*				*	*					*	*	*				*	*	*			
Β Λυκείου	5	*	*					*	*					*	*	*				*	*	*				*	*	*			
Γ Λυκείου	6	*	*	*				*	*	*				*	*	*				*	*	*	*	*		*	*	*			
Κορίτσια																															
Α Γυμνασίου	1																														
Β Γυμνασίου	2																														
Γ Γυμνασίου	3	*	*					*												*											
Α Λυκείου	4	*	*					*	*											*						*	*				
Β Λυκείου	5	*	*	*	*			*	*	*				*	*					*	*	*				*	*				
Γ Λυκείου	6	*	*	*	*			*	*	*				*	*	*				*	*	*	*			*	*	*			

*= p<.05 * = Διαφορές στις συγκρίσεις αγοριών - κοριτσιών

από τις πέντε μορφές ΤΛΣ ήταν στατιστικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες επιδόσεις των κοριτσιών. Για την καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων του Πίνακα 6 εφαρμόστηκε η μέθοδος Scheffe για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών στα έργα κάθε μορφής σκέψης που σχετίζονται με την τάξη τους τόσο για το σύνολο των μαθητών όσο και για τα αγόρια και τα κορίτσια χωριστά. Με τη μέθοδο Scheffe εντοπίστηκαν οι διαφορές που φαίνονται στον Πίνακα 7.

Από τις στατιστικά σημαντικές διαφορές που φαίνονται στον Πίνακα 7 προκύπτει ότι οι ρυθμοί ανάπτυξης των πέντε μορφών σκέψης του ΔΛΣ διαφοροποιούνται ανάλογα με τη μορφή σκέψης και την τάξη (χρονολογική ηλικία) καθώς και με το φύλο των μαθητών. Από τον Πίνακα 7 προκύπτει επίσης ότι "η εκτίναξη" των επιδόσεων των αγοριών της πρώτης λυκείου στο ΔΛΣ οφείλεται κυρίως στις επιδόσεις τους στα έργα των αναλογιών και του ελέγχου μεταβλητών. Με τους ρυθμούς ανάπτυξης των ικανοτήτων της ΤΛΣ ασχολήθηκαν και οι Shemesh & Eckstein (1993) οι οποίες πρότειναν ένα θεωρητικό μοντέλο που στηρίζεται στην παραδοχή ότι τα ποσοστά των εφήβων που δεν έχουν ακόμη αναπτύξει κάποια ικανότητα της ΤΛΣ μεταβάλλονται ως αρνητική εκθετική συνάρτηση του χρόνου. Το μοντέλο εφαρμόστηκε σε δεδομένα δύο ερευνών (Lawson, Karplus, & Adi, 1978. Shemesh, Eckstein, & Lazarowitz, 1992) και υπολογίστηκαν οι ρυθμοί ανάπτυξης διαφόρων ικανοτήτων ΤΛΣ. Τα αποτελέσματα διαχώρισαν τρεις ομάδες ικανοτήτων ΤΛΣ με βάση τους διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξής τους.

Ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης βήμα προς βήμα

Η συμβολή διαφόρων μεταβλητών στην πρόβλεψη των επιδόσεων στο ΔΛΣ εξετάστηκε μέσω ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης "κατά βήματα" με υποχρεωτική εισαγωγή όλων των μεταβλητών. Η επίδοση στο ΔΛΣ ήταν η εξαρτημένη μεταβλητή και ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν η ηλικία, το φύλο, το μορφωτικό επίπεδο του πατέρα (ΜΕΠ), το μορφωτικό επίπεδο

Πίνακας 8

Πολλαπλή παλινδρόμηση των επιδόσεων στο ΔΛΣ πάνω στην ηλικία στο φύλο, στη διαμονή, στο μορφωτικό επίπεδο του πατέρα (ΜΕΠ) και στο μορφωτικό επίπεδο της μητέρας (ΜΕΜ)

Μεταβλητές	R	R^2	ΔR^2	B	β	sr^2
Ηλικία	.367	.134	.134	0.049	0.372	0.1376*
ΜΕΠ	.436	.190	.056	0.118	0.166	0.0159*
Φύλο	.463	.214	.024	-0.874	-0.152	0.0231*
ΜΕΜ	.469	.210	.006	0.079	0.097	0.0053*
Διαμονή	.470	.221	.001	0.209	0.023	0.0005*

*= $p<.001$

της μητέρας (ΜΕΜ) και η διαμονή (χωριό/πόλη) των μαθητών. Το ΜΕΠ και το ΜΕΜ αντιπροσώπευε το άθροισμα των χρόνων φοίτησης του πατέρα ή της μητέρας στη δημοτική, στη μέση και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η ηλικία των μαθητών υπολογίστηκε από την ημερομηνία γέννησής τους μέχρι και την ημερομηνία εξέτασης στο ΔΛΣ, διότι η διάρκεια συλλογής των δεδομένων υπερέβη το τρίμηνο.

Όλες οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είχαν σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη των επιδόσεων στο ΔΛΣ. Στον Πίνακα 8 φαίνονται οι τιμές του R, οι προσαρμοσμένες τιμές του R^2, οι αυξήσεις του R^2 (ΔR^2), οι μη σταθμισμένοι συντελεστές παλινδρόμησης (B), οι σταθμισμένοι συντελεστές παλινδρόμησης "βήτα" (β) και οι "ημιμερικές συσχετίσεις" (sr^2) που αντιπροσωπεύουν το ποσό κατά το οποίο θα μειωνόταν η τιμή του R^2, αν η αντίστοιχη μεταβλητή είχε αφαιρεθεί από την εξίσωση (Tabachnick & Fidell, 1989).

Η τιμή του R για την παλινδρόμηση (.470) ήταν στατιστικά διαφορετική από το μηδέν ($F=(5, 3161)= 178.82$, $p<0.001$) και το συνολικό ποσοστό διακύμανσης που ερμηνεύεται από τις μεταβλητές που περιελήφθησαν στην ανάλυση ήταν 21.92% (προσαρμοσμένη τιμή). Η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο του πατέρα (ΜΕΠ), το φύλο, το μορφωτικό επίπεδο της μητέρας (ΜΕΜ) και η διαμονή εξηγούν, χωριστά η κάθε μεταβλητή, 13.76% , 1.59%, 2.31%. 0.53% και 0.05% της διακύμανσης, αντίστοιχα, όπως προκύπτει από τις τιμές sr^2. Το ποσοστό της διακύμανσης που μπορεί να αποδοθεί χωριστά στις πέντε μεταβλητές είναι 18.24% (0.1375 + 0.0159 + 0.0231 + 0.0053 + 0.0005 = 0.1824). Οι πέντε μεταβλητές, ως ομάδα ή συνδυασμός μεταβλητών, εξηγούν ακόμα 3.68% της διακύμανσης (21.92 - 18.24 = 3.68). Το μικρό ποσοστό διακύμανσης που εξηγείται από τη διαμονή οφείλεται ίσως στη μικρή αναλογία (369 από τους 3601) μαθητών του δείγματος που διέμεναν σε χωριά. Το ΜΕΜ βρέθηκε να είναι σημαντική μεταβολή πρόβλεψης των επιδόσεων στο ΔΛΣ, αλλά εξηγούσε μόνο 0.53% της διακύμανσης ίσως λόγω του υψηλού βαθμού συσχέτισής του με το ΜΕΠ ($r=.65$, $p<0.001$). Τα πολύ μικρά ποσοστά διακύμανσης των επιδόσεων των μαθητών που μπορούν να αποδοθούν στον τόπο διαμονής και στο ΜΕΜ των μαθητών δεν υποβαθμίζει τη σημασία των μεταβλητών αυτών. Η ανάδειξη της σημασίας των μεταβλητών αυτών μπορεί να επιχειρηθεί με διαφορετική στατιστική ανάλυση ή διαφορετικό ερευνητικό σχεδιασμό.

Η δομή των ικανοτήτων

Εφαρμόστηκε στη συνέχεια ανάλυση παραγόντων με δεδομένα τις επιδόσεις των αγοριών, των κοριτσιών ή του συνολικού δείγματος σε καθένα από τα δέκα έργα του ΔΛΣ. Η ανάλυση παραγόντων έδωσε ένα μόνο παράγοντα για τις επιδόσεις των αγοριών ή τις επιδόσεις του συνόλου των μαθητών που εξηγούσαν 41.2% και 39.3% της διακύμανσης, αντίστοιχα. Η ανάλυση παραγόντων για τις επιδόσεις των κοριτσιών έδωσε δύο παράγοντες και για βελτίωση της ερμηνείας τους εφαρμόστηκε περιστροφή varimax. Ο πρώτος παράγοντας εξηγούσε 36.5% της διακύμανσης και οι κύριες φορτίσεις του προέρχονταν από τα έργα των αναλογιών και του ελέγχου των μεταβλητών (αναλογικός-πειραματικός παράγοντας). Ο δεύτερος παράγοντας εξηγούσε 10.4% της διακύμανσης και οι κύριες φορτίσεις του

Πίνακας 9

Η δομή των παραγόντων που προέκυψε από τις επιδόσεις των αγοριών (N=1773), των κοριτσιών (N=1828) και του συνόλου των υποκειμένων (N=3601) στα έργα του ΔΛΣ

ΤΠΣ	Αγόρια	Κορίτσια		Σύνολο
	Παράγοντας 1	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 1
Αναλογίες	.67	.74		.66
Αναλογίες	.67	.72		.64
Έλεγχος Μεταβλητών	.67	.68		.66
Έλεγχος Μεταβλητών	.72	.66		.69
Πιθανότητες	.64		.72	.62
Πιθανότητες	.62		.66	.61
Συσχέτιση	.58		.62	.58
Συσχέτιση	.59		.57	.60
Συνδυασμοί	.63	.34	.49*	.61
Συνδυασμοί	.59	.36	.47*	.58
Ποσοστό Διακύμανσης	41.20	36.50	10.40	39.30

Πίνακας 10

Ποσοστά ορθών απαντήσεων στα δέκα έργα του TOLT κατά φύλο (N=3601)

Γνωστικά Έργα		Μαθητές		Μαθήτριες		Σύνολο	
		f	%	f	%	f	%
Αναλογίες	1	961	54.2	833	45.6	1794	49.8
Αναλογίες	2	798	45.0	687	37.6	1485	41.2
Έλεγχος Μεταβλητών	3	752	42.4	712	38.9	1464	40.7
Έλεγχος Μεταβλητών	4	748	42.2	714	39.1	1462	40.6
Πιθανότητες	5	655	36.9	447	24.5	1102	30.6
Πιθανότητες	6	555	31.3	366	20.0	962	26.7
Συσχέτιση	7	448	25.3	302	16.5	750	20.8
Συσχέτιση	8	518	29.2	386	21.1	904	25.1
Συνδυασμοί	9	712	40.2	568	31.1	1280	35.5
Συνδυασμοί	10	496	28.0	389	21.3	885	24.6

προέρχονταν από τα έργα πιθανοτήτων συσχέτισης και συνδυασμών (πιθανολογικός-συσχετιστικός-συνδυαστικός παράγοντας). Ο Πίνακας 9 δείχνει τους παράγοντες που απομονώθηκαν και τις φορτίσεις τους από τα δέκα έργα του ΔΛΣ.

Διαφορές επιδόσεων μεταξύ των δέκα γνωστικών έργων

Στον Πίνακα 10 φαίνονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για τα αγόρια, τα κορίτσια και το σύνολο των μαθητών.

Από τις τιμές του Πίνακα 10 φαίνονται τόσο οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, που έχουν ήδη εντοπιστεί, όσο και οι διαφορες μεταξύ των δέκα γνωστικών έργων. Για κάθε δυνατό ζεύγος μεταξύ των δέκα γνωστικών έργων του ΔΛΣ, εφαρμόστηκε το κριτήριο McNemar (Guilford & Fruchter, 1978) για τον εντοπισμό των σημαντικών διαφορών μεταξύ των συσχετιζομένων ποσοστών ορθών απαντήσεων στα αντίστοιχα γνωστικά έργα. Το κριτήριο McNemar υπολογίζεται με βάση τις συχνότητες (τα ποσοστά) του συνόλου των υποκειμένων που απάντησαν σωστά ή λανθασμένα κάθε έργο του ζεύγους και η αναλογία για την ύπαρξη σημαντικών διαφορών υπολογίζεται με βάση τις αντιθετικές περιπτώσεις (σωστή απάντηση στο ένα έργο και λανθασμένη στο άλλο έργο του ζεύγους) (SPSS-X, User's Guide, 1988). Στον Πίνακα 11 φαίνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που εντοπίστηκαν μεταξύ των έργων κάθε ζεύγους.

Από τον Πίνακα 11 προκύπτει ότι οι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν περιορίζονται μόνο μεταξύ έργων που απαιτούν διαφορετική μορφή σκέψης αλλά εκτείνονται και μεταξύ έργων που στηρίζονται στην ίδια μορφή σκέψης. Το πρώτο έργο των αναλογιών ήταν στατιστικά ευκολότερο όλων των άλλων έργων, ενώ το δεύτερο έργο των αναλογιών παρουσίασε τον ίδιο "βαθμό δυσκολίας" με τα δύο έργα του ελέγχου των μεταβλητών. Τα τρία αυτά έργα ήταν στατιστικά ευκολότερα από τα έργα των πιθανοτήτων, της συσχέτισης και των συνδυασμών. Τα δύο έργα των πιθανοτήτων δεν είχαν τον ίδιο "βαθμό δυσκολίας" και το πρώτο από

Πίνακας 11

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των ορθών απαντήσεων στα δέκα γνωστικά έργα του ΔΛΣ

ΤΠΣ	Αριθμός Έργου	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Αναλογίες	1										
Αναλογίες	2	*									
Έλεγχος Μεταβλητών	3	*									
Έλεγχος Μεταβλητών	4	*									
Πιθανότητες	5	*	*	*	*					*	
Πιθανότητες	6	*	*	*	*	*				*	
Συσχέτιση	7	*	*	*	*	*	*		*	*	*
Συσχέτιση	8	*	*	*	*	*				*	
Συνδυασμοί	9	*	*	*	*	*					
Συνδυασμοί	10	*	*	*	*	*				*	

Σημείωση: Ένα γνωστικό έργο τοποθετημένο στον οριζόντιο άξονα είναι στατιστικά ευκολότερο (*= p<.01) από το δεύτερο έργο που βρίσκεται στον κατακόρυφο άξονα.

αυτά ήταν στατιστικά ευκολότερο από το δεύτερο έργο των πιθανοτήτων, τα δύο έργα συσχέτισης και το δεύτερο έργο των συνδυασμών, ενώ το δεύτερο ήταν στατιστικά ευκολότερο από το πρώτο έργο συσχέτισης και στατιστικά δυσκολότερο από το πρώτο έργο των συνδυασμών. Το πρώτο έργο της συσχέτισης ήταν στατιστικά ευκολότερο από το δεύτερο έργο συσχέτισης και τα δύο έργα των συνδυασμών, ενώ το ένα έργο των συνδυασμών ήταν στατιστικά ευκολότερο του δεύτερου έργου των συνδυασμών, των δύο έργων συσχέτισης και των δύο έργων των πιθανοτήτων. Είναι επομένως δικαιολογημένο να υποτεθεί ότι το περιεχόμενο και οι εξειδικευμένες γνωστικές απαιτήσεις κάθε προβλήματος επηρεάζουν τις ορθές απαντήσεις των μαθητών. Αμφιβολίες ακόμα ανακύπτουν και αναφορικά με τη σύγχρονη ανάπτυξη των ικανοτήτων που συναποτελούν την ΤΛΣ.

Γενική συζήτηση

Το ΔΛΣ και η κατάταξη των υποκειμένων σε στάδια γνωστικής ανάπτυξης στηρίζονται σε πιαζετιανές απόψεις οι οποίες βρίσκονται στο επίκεντρο θεωρητικών αμφισβητήσεων. Η χρήση του ΔΛΣ δεν προϋποθέτει φυσικά θεωρητική μονομέρεια, διότι αρκετά εμπειρικά δεδομένα δεν "αφομοιώνονται" από θεωρητικές τοποθετήσεις που καθοδήγησαν ή επηρέασαν για δεκαετίες τις ερευνητικές και εκπαιδευτικές προσπάθειες. Η σημασία των διαφόρων μορφών ΤΛΣ (συνδυασμοί, έλεγχος μεταβλητών et al.) είναι επίσης ανεξάρτητη από θεωρητικές δεσμεύσεις, διότι "η τυπική λογική σκέψη αντιπροσωπεύει ένα γενικό τρόπο διανοητικής λειτουργίας ο οποίος με τη σειρά του αποτελείται από διακριτές στρατηγικές σκέψης" (Lawson 1985, σελ. 609). Η σημασία των στρατηγικών της ΤΛΣ υπερβαίνει τις οποιεσδήποτε θεωρητικές απόψεις, διότι "ένα σημαντικό χαρακτηριστικό κάθε στρατηγικής τυπικής λογικής... είναι ότι έχει πρακτική εγκυρότητα" (Linn κ.α., 1981, σελ. 435). Οι στρατηγικές της ΤΛΣ έχουν επίσης ιδιαίτερη σημασία για τη διδακτική των φυσικών επιστημών και την αντίστοιχη ερευνητική δραστηριότητα και "αποτελούν ουσιώδες συστατικό του απαραίτητου επιστημονικού αλφαβητισμού" (Linn 1982, σελ. 728).

Ανεξάρτητα από θεωρητικές επιφυλάξεις, το μέγεθος του δείγματος και η διακύμανση των επιδόσεων των μαθητών στο ΔΛΣ (μέση τιμή 3.34 και τυπική απόκλιση 2.90), σε συνδυασμό με τις τιμές του συντελεστή α για την αξιοπιστία τόσο των επιμέρους μορφών της ΤΛΣ όσο και του ΔΛΣ, επιβεβαιώνουν το συμπέρασμα ότι το ΔΛΣ είναι ένα αξιόπιστο όργανο για την αξιολόγηση των πέντε μορφών ΤΛΣ. Οι μετρήσεις με βάση το ΔΛΣ έδειξαν ότι λαμβάνει χώρα γνωστική ανάπτυξη, διότι παρατηρήθηκε συστηματική αύξηση των ικανοτήτων των μαθητών από την πρώτη τάξη του γυμνασίου μέχρι την τρίτη τάξη του λυκείου. Η μοναδική εξαίρεση που σχετίζεται με τις επιδόσεις των αγοριών της πρώτης τάξης του λυκείου δεν αναιρεί το γενικό συμπέρασμα της συστηματικής γνωστικής ανάπτυξης που παρατηρήθηκε. Η μεγάλη όμως ανομοιογένεια των επιδόσεων των μαθητών όλων των τάξεων, τα υψηλά ποσοστά των μαθητών της πρώτης γυμνασίου που βρίσκονται στο στάδιο της ΣΛΣ (54.2%) σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα ποσοστά των άλλων τάξεων και τα ποσοστά των μαθητών της τρίτης λυκείου που βρίσκονται στη ΣΛΣ (13.5%) ή στη

ΜΛΣ (22.4%) αναιρούν τις πιαζετιανές απόψεις που σχετίζονται με την έναρξη της ανάπτυξης της ΤΛΣ και τη συμπλήρωσή της. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν ότι οι έφηβοι των 18 ετών βρίσκονται ακόμα στη διαδικασία ανάπτυξης των ικανοτήτων της ΤΛΣ (Βαλανίδης 1995α, 1995β. Lawson, 1985. Shayer, Kucherman, & Wylam, 1976. Shemesh, Eckstein, & Lazarowitz, 1992). Η μέση επίδοση των μαθητών της τρίτης τάξης του λυκείου (5.03) σε σχέση με τη μέγιστη δυνατή επίδοση (10) και η τυπική απόκλιση των επιδόσεών τους (2.97) είναι χαρακτηριστικοί δείκτες του βαθμού ανομοιογένειας των γνωστικών ικανοτήτων των μαθητών της τρίτης λυκείου και της "υπολειπόμενης" ανάπτυξης σε σχέση με το άριστο λειτουργικό επίπεδο.

Οι διαφορές που εντοπίστηκαν στις επιδόσεις των μαθητών στις πέντε μορφές ΤΛΣ, οι διαφορετικοί "ρυθμοί" ανάπτυξης των ικανοτήτων της ΤΛΣ, η εξάρτηση των "ρυθμών" ανάπτυξής τους από την τάξη και το φύλο των μαθητών και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γνωστικών έργων που σχετίζονται με διαφορετικές μορφές ΤΛΣ δε συνηγορούν υπέρ της πιαζετιανής άποψης η οποία πρεσβεύει τη σύγχρονη ανάπτυξη των ικανοτήτων της ΤΛΣ. Η επίκληση του γνωστού decalage δεν μπορεί να δικαιολογήσει ούτε το "εύρος" της ασύγχρονης ανάπτυξης που παρατηρήθηκε ούτε την εξάρτηση των "ρυθμών" ανάπτυξης από το φύλο και την ηλικία των υποκειμένων ή τη μορφή της ΤΛΣ.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραγόντων οδηγούν επίσης σε συγκρουόμενα συμπεράσματα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η απομόνωση δύο παραγόντων στην ανάλυση παραγόντων με βάση τις επιδόσεις των κοριτσιών στα δέκα έργα του ΔΛΣ και η απομόνωση ενός μόνο παράγοντα στην ανάλυση παραγόντων με βάση τις επιδόσεις των αγοριών ή με βάση τις επιδόσεις του συνόλου των μαθητών στα δέκα έργα του ΔΛΣ. Το πρώτο αποτέλεσμα ενισχύει την άποψη της ασύγχρονης ανάπτυξης των ικανοτήτων της ΤΛΣ και δε συνηγορεί με την ύπαρξη ενιαίας γενικής δομής χαρακτηριστικής του κάθε σταδίου γνωστικής ανάπτυξης, ενω το δεύτερο ενισχύει τις πιαζετιανές απόψεις. Έχει όμως ήδη αναφερθεί ότι η άποψη για την ύπαρξη ενιαίας γενικής δομής αντιπροσωπευτικής του κάθε σταδίου γνωστικής ανάπτυξης δε γίνεται γενικά παραδεκτή. "Το σημαντικό ερώτημα κατά πόσο τα πιαζετιανά τυπικά πραξιακά σχήματα συναποτελούν ενιαία γενική δομή (structure d' ensemble) εξακολουθεί να παραμένει αναπάντητο.... Υπάρχει όμως επαρκής μαρτυρία που υποστηρίζει ότι τα γνωστικά έργα της ΤΛΣ σχηματίζουν ένα αλληλοσχετιζόμενο σύνολο" (Lawson 1985, σελ. 583).

Την άποψη της ασύγχρονης ανάπτυξης των ικανοτήτων της ΤΛΣ ενισχύουν και οι σημαντικές διαφορές που εντοπίστηκαν μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών σε έργα που αξιολογούν την ίδια μορφή σκέψης. Οι διαφορές αυτές υποστηρίζουν επίσης την άποψη ότι οι επιδόσεις σε γνωστικά έργα της ΤΛΣ δεν είναι ανεξάρτητες από το θεματικό περιεχόμενο των έργων και τις διαφοροποιημένες γνωστικές απαιτήσεις τους (Neimark, 1979. Niaz, 1991). Οι διαφορές αυτές σε συνδυασμό με τις διαφορές που εντοπίστηκαν μεταξύ των επιδόσεων αγοριών και κοριτσιών ενισχύουν τις απόψεις νεοπιαζετιανών θεωριών που αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία σε μεταβλητές που σχετίζονται με ατομικές διαφορές ή με διαστάσεις της προσωπικότητας των ατόμων (Pascual-Leone, 1970. Pascual-Leone, 1988. Pascual-Leone κ.α, 1978) ή επι-

καλούνται εξειδικευμένες γνωστικές ικανότητες (Demetriou & Efklides, 1994. Fisher 1980. Fisher & Pipp, 1984). Οι κυριότερες μεταβλητές που σχετίζονται με τις ατομικές διαφορές ή την προσωπικότητα των υποκειμένων και επηρεάζουν τις επιδόσεις τους σε γνωστικές μετρήσεις είναι οι διάφοροι γνωστικοί τύποι των ατόμων (Linn, 1978. Riebman & Overton, 1977) και η δομική και λειτουργική χωρητικότητα μνήμης (Pascual-Leone, 1970, 1988) οι οποίες σχετίζονται με την πρόσληψη και την επεξεργασία των πληροφοριών και ίσως διαφοροποιούνται ανάλογα με το φύλο. Η επίδραση εξειδικευμένων γνωστικών ικανοτήτων γίνεται φανερή στα έργα των αναλογιών και των πιθανοτήτων. Το δεύτερο έργο των αναλογιών και το δεύτερο έργο των πιθανοτήτων έχουν "αυξημένες" μαθηματικές απαιτήσεις και οι στατιστικά χαμηλότερες επιδόσεις στα έργα αυτά θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να εξηγηθούν με την επίκληση διαφορών που σχετίζονται με το ποσοτικό-συσχετικό ΕΔΟΣ που "εφαρμόζεται σε ποσοτικοποιήσιμες σχέσεις της πραγματικότητας ... και περιλαμβάνει ικανότητες που καθιστούν το άτομο ικανό να (επαν)οικοδομεί τις ποσοτικές σχέσεις ανάμεσα σε στοιχεία που διακυμαίνονται κατά μήκος μιας ή περισσοτέρων διαστάσεων ή τις σχέσεις ανάμεσα στις διαστάσεις" (Δημητρίου 1993, σελ. 289).

Από εκπαιδευτική άποψη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης που έδειξαν ότι, εκτός από το φύλο και την ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο των γονιών και ο τόπος διαμονής των μαθητών είναι σημαντικές μεταβλητές για την πρόβλεψη των επιδόσεών τους στο ΔΛΣ. Οι μεταβλητές αυτές σχετίζονται με τη διαμόρφωση του οικογενειακού και πολιτισμικού περιβάλλοντος των μαθητών που συμβάλλει αποφασιστικά στη γνωστική τους ανάπτυξη. Η σημασία της αλληλεπίδρασης της βιολογικής ωρίμανσης και του περιβάλλοντος δεν έχει βέβαια διευκρινιστεί πλήρως. "Η ανάπτυξη των τυπικών πραξιακών σχημάτων είναι συνδεδεμένη με την ωρίμανση των δομών του εγκεφάλου. .... η ωρίμανση όμως του κεντρικού νευρικού συστήματος το μόνο που μπορεί να κάμει είναι να προσδιορίσει την ολότητα των δυνατοτήτων και των μη δυνατοτήτων σε κάθε στάδιο. Ενα συγκεκριμένο κοινωνικό περιβάλλον παραμένει αναγκαίο για την πραγματοποίηση των δυνατοτήτων αυτών" (Inhelder & Piaget 1958, σελ. 337). Η πιαζετιανή θεωρία δεν υποστηρίζει επομένως ότι η γνωστική ανάπτυξη πραγματοποιείται με κάποιο σχήμα πλατωνικό όπου οι έμφυτες ιδέες "αναδύονται" ανεξάρτητα από τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα. Η γνωστική ανάπτυξη προϋποθέτει κατάλληλη "γνωστική δίαιτα και διανοητικά ερεθίσματα" (Piaget 1972, σελ. 8) και οι "ρυθμοί" της γνωστικής ανάπτυξης δεν προσδιορίζονται μόνο γενετικά αλλά επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από το κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον.

Με βάση αυτή την προοπτική, αποκτούν ιδιαίτερη σημασία οι προτάσεις του Epstein (1980, 1986, 1990), διότι, για παράδειγμα, η "γνωστική υστέρηση" των κοριτσιών σε σχέση με τα αγόρια, η οποία επεκτείνεται σε όλες τις σχολικές τάξεις, πιθανό να οφείλεται σε ανεπαρκή και υποβαθμισμένα γνωστικά ερεθίσματα κατά τη διάρκεια της σημαντικής για τα κορίτσια "εκτίναξης" της ωρίμανσης του εγκεφάλου τους (ηλικίες 10-12 ετών), διότι "φαίνεται ότι τα κορίτσια, αν δε συμπληρώσουν τη μετάβασή τους στο στάδιο της τυπικής λογικής σκέψης πριν συμπληρωθεί το δέκατο τέταρτο έτος της ηλικίας τους, χάνουν την ευκαιρία να συμπληρώ-

σουν το τελευταίο στάδιο της γνωστικής τους ανάπτυξης" (Adey & Shayer 1994, σελ. 173).

Από τη συνολική εικόνα των αποτελεσμάτων της έρευνας προκύπτει εύκολα η δυσκολία θεωρητικής ερμηνείας τους και ενδυναμώνεται η άποψη ότι βρισκόμαστε σε περίοδο "αναπροσαρμογής" της θεωρητικής υποδομής που αναφέρεται στη γνωστική ανάπτυξη, διότι τα ευρήματα που προκύπτουν από τις διάφορες ερευνητικές προτάσεις εμφανίζουν μάλλον συμπληρωματικό, παρά ανταγωνιστικό χαρακτήρα (Δημητρίου, 1993). Οι σημαντικές μορφές νοητικής λειτουργίας που συναποτελούν την ΤΛΣ, ανεξάρτητα αν αποτελούν δομική ενότητα, έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις πρακτικές ανάγκες του πολίτη. Γι' αυτό και τα εκπαιδευτικά συστήματα πρέπει να μετατοπίσουν το κέντρο βάρους του ενδιαφέροντός τους από τη "γεγονοτική διδασκαλία" προς τη συστηματική καλλιέργεια των λογικών ικανοτήτων και της κριτικής σκέψης των ατόμων. Αυτό προϋποθέτει απομάκρυνση από διδακτικές προσεγγίσεις οι οποίες εξασφαλίζουν την "κάλυψη" της ύλης των υπερφορτωμένων αναλυτικών προγραμμάτων και την επιδίωξη εκτεταμένης "δηλωτικής" γνώσης που "εξαντλεί" εκπαιδευτικούς και μαθητές και τους αποτρέπει από τη συστηματική επιδίωξη "λειτουργικής" γνώσης (Anderson, 1980).

Η απαισιόδοξη εικόνα των ερευνητικών δεδομένων και τα χαμηλά ποσοστά των μαθητών των διαφόρων τάξεων που βρίσκονται στο στάδιο της ΤΛΣ δε νομιμοποιούν τη μονοτονία των διδακτικών διαλέξεων και τα ισχύοντα αναλυτικά προγράμματα. Οι γνωστικές δυνατότητες της πλειοψηφίας του μαθητικού πληθυσμού παρουσάζουν "χρόνια υστέρηση" σε σχέση με τις γνωστικές απαιτήσεις του περιεχομένου των αναλυτικών προγραμμάτων τα οποία ανταποκρίνονται μόνο στα γνωστικά επίπεδα μιας "πριμοδοτημένης" από την κοινωνική πραγματικότητα διανοητικής ελίτ. Η απαισιόδοξη εικόνα της πραγματικότητας ενισχύεται περισσότερο, αν συνειδητοποιηθεί ότι οι μορφές σκέψης που εξετάστηκαν αποτελούν συστηματικές επιδιώξεις της διδασκαλίας των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών τόσο στη δημοτική όσο και στη μέση εκπαίδευση και θεωρούνται σε πολλές περιπτώσεις προαπαιτούμενα και δεδομένα γνωστικά εφόδια.

Ο μετριασμός της αναποτελεσματικής εκπαιδευτικής πραγματικότητας πρέπει ασφαλώς να επιδιωχθεί με συστηματική και εξειδικευμένη διάγνωση της έκτασης της γνωστικής ανεπάρκειας των μαθητών η οποία στη συνέχεια πρέπει να αξιοποιηθεί για το σχεδιασμό και την εφαρμογή εκπαιδευτικών προγραμμάτων και προσεγγίσεων τα οποία θα έχουν παρεμβατικό χαρακτήρα στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών. Η προσπάθεια αυτή μπορεί ευτυχώς να υποβοηθηθεί σημαντικά από τις πολλές διεθνείς ερευνητικές εμπειρίες που καθοδήγησαν παρόμοιες προσπάθειες με ενθαρρυντικά αποτελέσματα, διότι από μια εκτεταμένη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας τεκμηριώνεται το αισιόδοξο συμπέρασμα ότι η γνωστική "ασιτία" είναι μεν ευρέως διαδεδομένη αλλά "το πρόβλημα αυτό, για την πλειοψηφία των μαθητών, μπορεί να αντιμετωπιστεί με εκπαιδευτικά προγράμματα που ιεραρχούν τη γνωστική ανάπτυξη ως την κυρίαρχη επιδίωξή τους" (Lawson 1985, σελ. 609). Το ενδιαφέρον των προγραμμάτων αυτών πρέπει να εστιάζεται στην ανάπτυξη και την ποιοτική διαφοροποίηση των γνωστικών μηχανισμών των ατόμων, χωρίς να αγνοείται η απόκτηση νέων γνώσεων που είναι απαραίτητες για τον εμπλουτισμό και την αύξηση των δυνατοτήτων και του εύρους εφαρμογής των γνωστκών δομών του ατόμου.

Βιβλιογραφία

Adey, P. S., & Shayer, M. (1990). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students. *Journal of Research in Science Teaching, 27,* 267-285.

Adey, P. S., & Shayer, M. (1994). *Really raising standards: Cognitive intervention and academic achievement.* London:Routledge.

Anderson, J. R. (1980). *Cognitive psychology and its implications.* San Francisco: Freeman.

Arlin, P. K. (1975). Cognitive development in adulthood: A fifth stage. *Developmental Psychology, 11,* 602-606.

Βαλανίδης, Ν.(1992). Ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης και επιδόσεις μαθητών γυμνασίου. *Ψυχολογία, 3,* 30-45.

Βαλανίδης, Ν. (1995α). Μορφές τυπικής λογικής σκέψης και πρόβλεψη βαθμών σε σχολικά θέματα. *Ψυχολογία, 2(1),* 25-40.

Βαλανίδης, Ν. (1995β). Μορφές τυπικής λογικής σκέψης ανάμεσα σε μαθητές τρίτης λυκείου. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 22,* 115-141.

Bredderman, T. A. (1973). The effects of training on the ability to control variables. *Journal of Research in Science Teaching, 10,* 189-200.

Broughton, J. M. (1977). Beyond formal operations: Theoretical thought in adolescence. *Columbia University Teachers College Record, 79(1),* 87-97.

Case, R. (1974). Structures and strictures: Some functional limits to cognitive growth. *Cognitive Psychology, 6,* 544-574.

Cheng, P., & Holyoak, K. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology, 17,* 391-416.

Cheng, P., Holyoak, K., Nisbett, R. E., & Oliver, L. M. (1986). Pragmatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning. *Cognitive Psychology, 18,* 293-328.

Clement, J. (1979). Mapping a student's causal conceptions from a problem solving protocol. In J. Lochhead & J. Clement (Eds.), *Cognitive process instruction.* Philadelphia: Franklin institute Press.

Demetriou A. (Ed.) (1988). *The Neo-Piagetian theories of cognitive development: Towards an integration.* Amsterdam: North Holland.

Δημητρίου, Α. (1993). *Γνωστική ανάπτυξη: Μοντέλα, μέθοδοι, εφαρμογές. Τόμος Ι: Piaget και Νεοπιαζετιανοί.* Θεσσαλονίκη: Art of Text.

Demetriou, A., & Efklides, A. (1988). Experiential structuralism and neo-Piagetian theories: Toward an integrated model. In A. Demetriou (Ed.), *The neo-Piagetian theories of cognitive development: Toward an integration,* (pp. 103-136). Amsterdam: North-Holland.

Demetriou, A., & Efklides, A. (1994). The architecture and dynamics of mind: A meta-Piagetian theory. In A. Demetriou & A. Efklides (Eds.), *Intelligence, mind, and reasoning: Structure and development.* Amsterdam: Elsevier.

Ennis, R. H. (1976). An alternative to Piaget's conceptualisation of logical competence. *Child Development,* 47, 903-919.

Epstein, H. T. (1980). EEG developmental stages. *Developmental Psychobiology, 13,* 629-631.

Epstein, H. T. (1986). Stages in human brain development. *Developmental Brain Research, 30,* 114-119.

Epstein, H. T. (1990). Stages in human mental growth. *Journal of Educational Psychology, 82,* 876-880.

Fisher, K. W. (1980). A theory of cognitive development. The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review, 87,* 477-531.

Fisher, K. W., & Pipp, S. L. (1984). Development of the structures of unconscious thought. In K. S. Bowers & D. Meichenbaum (Eds.), *The unconscious reconsidered* (pp. 88-148). New York: Wiley.

Flavell, J. H. (1982). Structures, stages, and sequences in cognitive development. *Minnesota Symposium on Child Psychology, 15,* 1-28.

Glass, G. V., McGraw, B., & Smith, M.L. (1981). *Meta-analysis in social research.* London: Sage Publications.

Guilford, J. P., & Fruhter, B. (1973). *Fundamental statistics in psychology and education* (5th ed.). New York:McGraw-Hill.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence.* New York: Basic Books.

Kuhn, D., & Angelev, J. (1976). An experimental study of the development of formal operational thought. *Child Development, 47,* 667-706.

Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal to Research in Science Teaching, 22,* 569-617.

Lawson, A. E., Blake, A. J. D., & Nordland, F. (1976). The factor structure of some Piagetian tasks. *Journal of Research in Science Teaching, 13,* 461-466.

Lawson, A .E., Karplus, R., & Adi, H. (1978). The acquisition of propositional logic and formal operational schemata during the secondary school years. *Journal of Research in Science Teaching, 15,* 465-478.

Lawson, A. E., & Snitgen, D. A. (1982). Teaching formal reasoning in a college biology course for preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching, 19,* 233-248.

Lawson, A. E., & Wollman, W. T. (1976). Encouraging the transition from concrete to formal cognitive functioning - an experiment. *Journal of Research in Science Teaching, 13,* 413-430.

Linn, M. C. (1978). Cognitive style, training, and formal thought. *Child Development, 49,* 874-877.

Linn, M. C. (1982). Theoretical and practical significance of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching, 19,* 727-742.

Linn, M. C., Pulos, S., & Gans, A. (1981). Correlates of formal reasoning: Content and problem effects. *Journal of Research in Science Teaching, 18,* 435-447.

Lunzer, E. A., Harrison, C, & Davey, M. (1972). The four-card problem and the development of formal reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 24,* 326-339.

Neimark, E. D. (1975). Longitudinal development of formal operations thought. *Genetic Psychology Monographs, 91,* 171-225.

Neimark, E. D. (1979). Toward the disembedding of formal operations from confounding with cognitive style. In I. Siegel, R., Kolinkoff, & D. Brodzinsky (Eds.), *Piagetian theory and research: New directions and applications.* Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Niaz, M. (1991). Correlates of formal operational reasoning: A neo-Piagetian analysis. *Journal of Research in Science Teaching, 28,* 19-40.

Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica, 32,* 301-345.

Pascual-Leone, J., Goodman, D., Ammon, P., & Subelman, I. (1978). Piagetian theory and neo-Piagetian analysis as psychological guides in education. In J. M. Gallaher & J. A. Easley (Eds.), *Knowledge and development.* New York: Plenum.

Piaget, J. (1950). *The psychology of intelligence.* London: Routledge and Kegan Paul.

Pulos, S., & Linn M. C. (1981). Generality of the controlling variables scheme in early adolescence. *Journal of Early Adolescence, 1,* 29-36.

Prosser, M. (1983). Relationship between the cognitive abilities of a group of tertiary physics students and the cognitive requirements of their textbooks. *Science Education, 67(1),* 75-83.

Renner, J. W., Stafford, D. G., Lawson, A. E., McKinnon, J. W., Frior, F. E., & Kellogg, D. H. (1976). *Research, teaching and learning with the Piagetian model.* Norman, OK: University of Oklahoma Press.

Riebman, B., & Overton, W. F. (March, 1977). *Reflection-impulsivity and the utilisation of formal operational thought.* Paper presented at the Biennial Meeting of the Society of Research in Child Development, New Orleans.

Riegel, K. (1976). Dialectic operations: The final period of cognitive development. *Human*

Development, 36, 346-370.

Shayer, M., Kucherman, D. E., & Wylam, H. (1976). The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children. *British Journal of Educational Psychology, 46,* 164-173.

Shemesh, M., & Eckstein, S. F. (1993). The rate of acquisition of formal operational schemata in adolescence: A secondary analysis. *Journal of Research in Science Teaching, 29,* 441-451.

Shemesh, M., Eckstein, S. F., & Lazarowitz, R. (1992). An experimental study of the development of formal reasoning among secondary school students. *School Science and Mathematics, 92,* 26-30.

Shymansky, J. A., & Kyle, W. C., Jr. (1992). Establishing a research agenda: Critical issues of science curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching, 29,* 749-778.

Sinnot, J. D. (1975). Everyday thinking and Piagetian operativity in adults. *Human Development, 18,* 430-443.

Smith, L. (1987). A constructivist interpretation of formal operations. *Human Development, 30,* 341-354.

Somerville, S. C. (1974). The pendulum problem: patterns of performance defining developmental stages. *British Journal of Educational Psychology, 44(33),* 266-281.

SPSS-X User's guide (1988) (3rd Ed.) Chicago: SPSS inc.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1989). *Using multivariate statistics.* New York: Harper & Row Publishers.

Tobin, K., & Capie, W. (1980). *The development and validation of a group test of logical thinking.* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston.

Tobin, K., & Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement, 41,* 413-423.

Valanides, N. (1990). Pragmatic versus syntactic approaches to deductive reasoning. (Doctoral Dissertation, University at Albany, State University of New York). *Dissertation Abstracts International, 51,* 1175A. (University Microfilms No. 90-24947)

Valanides, N. (1996). Formal reasoning abilities and science teaching. *School Science and Mathematics, 96(2),* 99-107.

Wason, P. C., & Johnson-Laird, P. M. (1972). *Psychology of reasoning: structure and content.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

ABSTRACT The study investigated the structure and development of formal thought during adolescence. The subjects of the study were seventh- to twelfth-grade students from 130 intact classes. These classes constituted the total population of five secondary schools in a city of Cyprus. Students' performance on a standardised Test of Logical Thinking (TOLT) was used as a measure of their cognitive abilities related to control of variables, proportional, probabilistic, correlational and combinatorial reasoning. Statistical analyses showed that there was a progressive improvement in students' cognitive development from seventh to twelfth grade and that boys outperformed girls on all cognitive measures, but the "rate" of development was dependent on students' age and gender, as well as the required mode of thinking. The range of differences among students of the same age was high and even twelfth-grade students were still in the process of developing their cognitive abilities. Multiple regression analysis between performance on TOLT and students' age (in months), their father's and mother's educational level, and place of residence (urban or rural) showed that all the independent variables contributed significantly to predicting performance on TOLT. Factor analysis of performance on the ten TOLT items (two items from each reasoning mode) produced a two-factor solution for the sample of 1828 girls and one-factor solution either for the sample of 1723 boys or the total sample of 3601 students. There were also significant differences of students' performance between items related to the same or different reasoning mode. The results of the study indicate that different theoretical perspectives should be considered when evaluating cognitive development and that we are in the process of "accommodating" our theoretical perspectives. They also cast doubt to the appropriateness of the existing curricula or their implementation. Research related to the nature and the process of cognitive development should be intensified and new curricula, "interventionary" in nature, based on research evidence need to be designed and implemented to facilitate optimal cognitive growth.