

Μορφές τυπικής λογικής σκέψης και πρόβλεψη βαθμών σε σχολικά μαθήματα

ΝΙΚΟΣ ΒΑΛΑΝΙΔΗΣ

Πανεπιστήμιο Κύπρου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 114 μαθητές (81 αγόρια και 33 κορίτσια) της τρίτης Λυκείου από 6 τμήματα θετικής κατεύθυνσης (έμφαση στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες) που προέρχονταν από 4 Λύκεια ενός αστικού κέντρου της Κύπρου. Οι απαντήσεις των μαθητών σε ένα σταθμισμένο δοκίμιο λογικής σκέψης (ΔΛΣ) χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των ικανοτήτων τους σε πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) (αναλογίες, έλεγχος μεταβλητών, πιθανότητες, συσχέτιση και συνδυασμοί) σε συσχέτισμό με το φύλο και τις σχολικές τους επιδόσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα κορίτσια υστερούσαν από τα αγόρια ως προς τις επιδόσεις τους στα έργα πιθανοτήτων και υπερτερούσαν ως προς το γενικό βαθμό και τις επιδόσεις τους στα ελληνικά και στη φυσική. Η εξέταση της δομής των ικανοτήτων με βάση τις επιδόσεις στα δέκα γνωστικά έργα του ΔΛΣ (δύο έργα για κάθε μορφή σκέψης) αποκάλυψε τρεις επιμέρους παράγοντες. Οι τρεις αυτοί παράγοντες είχαν σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη μιας ή περισσότερων σχολικών επιδόσεων, αλλά τα ποσοστά διακύμανσης που μπορούσαν να εξηγηθούν κυμάνθηκαν μεταξύ 2.9% (για τα ελληνικά) και 22.8% (για τα μαθηματικά). Τα αποτελέσματα συνηγορούν με τις νεοπιαζετιανές θεωρίες που αποδέχονται τη σημαντική επίδραση παραγόντων της προσωπικότητας των ατόμων και την ύπαρξη εξειδικευμένων γνωστικών ικανοτήτων που εφαρμόζονται σε επιμέρους τομείς γνώσης.

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται από μεταβλητότητα και γρήγορο μετασχηματισμό του κοινωνικού, πολιτικού και πολιτισμικού σκηνικού που θεωρείται φυσιολογικό επακόλουθο της επιταχυνόμενης ανακάλυψης νέας γνώσης και των πολλαπλών εφαρμογών της. Η μεταβλητότητα αυτή είναι σε μεγάλο βαθμό απρόβλεπτη, γιατί καμιά τεχνολογική υποδομή δεν παρουσιάζει «μακροβιότητα», αφού οι τεχνολογικές επαναστάσεις διαδέχονται με αυξημένη ταχύτητα η μια την άλλη, ενώ καμιά από τις ιδέες επι-

στημονικής φαντασίας δεν μπορεί να θεωρείται εκ προοιμίου απραγματοποίητη. Απρόβλεπτες είναι ακόμα και οι επιπτώσεις από την αλόγιστη καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος και πολλαπλοί οι δυνητικοί κίνδυνοι (πυρηνικά ατυχήματα, κίνδυνοι πυρηνικού πολέμου, τρύπες του όζοντος, όξινη βροχή κ.ά.) που συνοδεύουν τη χρήση ή την κατάχρηση των νέων γνώσεων και των εφαρμογών τους.

Οι φυσικές όμως επιστήμες, εκτός από τα τεράστια αποθέματα θαυμαστής γνώσης και

τις απεριόριστες δυνατότητες, προσφέρουν ταυτόχρονα τις μεθόδους και τις διαδικασίες για την ανακάλυψη νέας γνώσης ή νέων εφαρμογών της υπάρχουσας γνώσης και έναν ιδιαίτερο τρόπο σκέψης και δράσης, «ένα πνεύμα λογικής διερεύνησης που συνοδεύεται από την πεποίθηση της αποτελεσματικότητάς του και την αδιάκοπη περιέργεια για γνώση και κατανόηση» (Educational Policies Commission, 1966) των αιτίων και των αιτιατών που μας περιβάλλουν. Από την άλλη, αναγνωρίζεται η σημαντική συμβολή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στην ανάπτυξη των ατομικών ικανοτήτων σκέψης και δράσης που δεν περιορίζονται μόνο σε θέματα επιστημονικά αλλά επεκτείνονται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η ανάπτυξη των ικανοτήτων σκέψης και του κριτικού πνεύματος είναι ουσιώδες συστατικό του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού που απαιτείται για την είσοδό μας στον εικοστό πρώτο αιώνα και απαραίτητο εφόδιο για την αντιμετώπιση του άγνωστου και απρόβλεπτου τεχνολογικού πολιτισμού μέσα στον οποίο πρέπει να ζήσει δημιουργικά ο αυριανός πολίτης.

Οι διαπιστώσεις αυτές υποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί στόχοι της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών πρέπει να επεκτείνονται πέραν της εκμάθησης συγκεκριμένης ύλης ή συγκεκριμένου περιεχομένου και να επιδιώκουν την καλλιέργεια και την ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής ικανότητας και του επιστημονικού τρόπου σκέψης για την αντιμετώπιση προβλημάτων. Υπάρχουν ακόμα και συγκεκριμένες μορφές τυπικής λογικής σκέψης που έχουν αποδειχθεί ως βασικές προϋποθέσεις για την επιτυχία σε μαθήματα μαθηματικών ή φυσικών επιστημών ανωτέρου επιπέδου (DeCarter,

Gabel, & Staver, 1978. Lawson, 1982, 1985. Linn, 1982) σε απόλυτη συμφωνία με την πιαζετιανή θεωρία (Inhelder & Piaget, 1958). Οι απόψεις αυτές υποστηρίζονται και από ερευνητικά δεδομένα που αποκάλυψαν ότι οι μορφές τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ), οι οποίες σχετίζονται με τις αναλογίες, τον έλεγχο μεταβλητών, τις πιθανότητες, τη συσχέτιση και τους συνδυασμούς, έχουν σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη των επιδόσεων των μαθητών στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες (Bitner, 1988. Hofstein & Mandler, 1985. Howe & Durr, 1982. Lawson, 1983. Lawson, Lawson, & Lawson, 1984).

Οι μορφές αυτές της ΤΛΣ θεωρούνται μέρος μιας ολικής δομής που επιτρέπει στα άτομα να συνθέτουν σε ενιαίο σύστημα μετασχηματισμών αναιρέσεις και αντισταθμίσεις. Η τυπική λογική σκέψη (ΤΛΣ) αναπτύσσεται περίπου στις ηλικίες 11-18 ετών και συγκροτείται σταδιακά διαδεχόμενη τη συγκεκριμένη λογική σκέψη που κυριαρχούσε στο προηγούμενο στάδιο ανάπτυξης. Η απόκτηση του τελικού αναπτυξιακού σταδίου, της ΤΛΣ, αλλά και των προηγούμενων σταδίων που πρότεινε η πιαζετιανή θεωρία είναι αποτέλεσμα ενός αναπτυξιακού μηχανισμού και μιας επαρκούς αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, γιατί έτσι υποστηρίζεται η αδιάκοπη προσπάθεια του ατόμου να συγκροτήσει τις ενέργειές του σε δομές με συνοχή και συνέπεια τόσο μεταξύ τους όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον. Κάθε φορά που η αποκτηθείσα από το άτομο δομή οδηγεί σε ερμηνείες ασυμβίβαστες με την πραγματικότητα, το άτομο ενεργοποιεί διαδικασίες αναπροσαρμογής της δομής και οδηγείται σταδιακά στο επόμενο στάδιο ανάπτυξης.

Με τη βαθμιαία διαδικασία εξισορρόπησης ανάμεσα στις δομές του ατόμου και του

κόσμου που το περιβάλλει, η ανάπτυξη του ατόμου ακολουθεί μία οικουμενική και σταθερή ακολουθία σταδίων. Κάθε επόμενο στάδιο ενσωματώνει το προηγούμενο στάδιο και το επεκτείνει σε νέα πεδία εφαρμογής μέχρι το καταληκτικό στάδιο της ΤΛΣ. Οι γνωστικές δομές αυτού του σταδίου είναι γενικές στρατηγικές που ενεργοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων ποικίλου περιεχομένου, αφού οι λογικές πράξεις αυτού του σταδίου είναι ανεξάρτητες από το είδος του υλικού (πραγματικό, αφηρημένο ή συμβολικό) που επεξεργάζονται.

Οι θεωρητικές αυτές τοποθετήσεις βρίσκονται σε αντίθεση με πλήθος από ερευνητικά δεδομένα που αποκάλυψαν βασικές αδυναμίες και ελλείψεις της θεωρίας του Piaget. Αναμφίβολα όμως η πιαζετιανή θεωρία, εκτός από τις πολλές αρετές της, υπήρξε η αφετηρία για τη διατύπωση θεωριών (Demetriou & Efklides, 1988. Fischer, 1980. Pascual-Leone, 1988) που προσπάθησαν να υπερβούν τις αδυναμίες και τα κενά τα οποία αποκαλύφθηκαν από την τεράστια ερευνητική προσπάθεια που πυροδοτήθηκε από τον Piaget. Οι βασικές αδυναμίες που εντοπίστηκαν στη θεωρία του Piaget (Δημητρίου, 1993) αφορούν την παραδοχή της ύπαρξης μιας ενιαίας γενικής δομής σε κάθε στάδιο ανάπτυξης, τις πραγματικές αιτίες του μετασχηματισμού και ανέλιξης των γνωστικών δομών από το ένα στάδιο στο άλλο και την επίδραση των ατομικών διαφορών στην οργάνωση και στην αλλαγή των δομών.

Ανεξάρτητα όμως από τις κατευθύνσεις και την κατάληξη των θεωρητικών και ερευνητικών προσπαθειών, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι προσπάθειες αυτές υπόσχονται βάσιμα να οδηγήσουν στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή προγραμμάτων που θα

έχουν σημαντική επίδραση σε μια ουσιαστική επιδίωξη της εκπαίδευσης όπως είναι η ανάπτυξη των ικανοτήτων σκέψης και δράσης των ατόμων. Η προοπτική αυτή πρέπει να υποστηριχθεί με τη διεύρυνση των ερευνητικών προσπαθειών και την αποφυγή θεωρητικής μονομέρειας, ώστε να είναι δυνατή η αντιπαραβολή των διαφόρων θεωρητικών αποκλίσεων.

Η παρούσα έρευνα είχε σκοπό να διερευνήσει τις ικανότητες των τελειοφοίτων μαθητών Λυκείου θετικής κατεύθυνσης (έμφαση στα μαθηματικά, και στις φυσικές επιστήμες) σε πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης (έλεγχος μεταβλητών, πιθανότητες, συσχέτιση, αναλογική και συνδυαστική σκέψη). Επιδιώχθηκε επίσης ο εντοπισμός τυχόν διαφορών στις ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης και τις σχολικές επιδόσεις που σχετίζονται με το φύλο των μαθητών. Παράλληλα εξετάστηκε η δομή των γνωστικών επιδόσεων των μαθητών στα δέκα γνωστικά έργα (δύο έργα από κάθε μορφή σκέψης) που χρησιμοποιήθηκαν και, με βάση τη δομή που προέκυψε, επιδιώχθηκε ο εντοπισμός της συμμετοχής των ικανοτήτων αυτών στην πρόβλεψη των επιδόσεων των μαθητών σε διάφορα σχολικά μαθήματα (μαθηματικά, φυσική, χημεία και ελληνικά) ή του γενικού τους βαθμού.

Μέθοδος

Υποκείμενα

Στο κυπριακό εκπαιδευτικό σύστημα, η μέση εκπαίδευση αποτελείται από τις τρεις τάξεις του Γυμνασίου και τις τρεις τάξεις του Λυκείου. Στο Λύκειο, οι μαθητές επιλέγουν κατεύθυνση ή συνδυασμό σπουδών ανάλογα

με τα ενδιαφέροντα ή τις επιδόσεις τους. Μία από τις κατευθύνσεις σπουδών είναι η θετική κατεύθυνση την οποία επιλέγουν κυρίως μαθητές με υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες που αποτελούν κύρια μαθήματα και καλύπτουν περίπου 50% του διδακτικού χρόνου. Για τη διδασκαλία της φυσικής και της χημείας υπάρχουν ειδικά εξοπλισμένα εργαστήρια τα οποία αξιοποιούνται τόσο για πειραματικές επιδείξεις όσο και για εργαστηριακή άσκηση των μαθητών. Για την εργαστηριακή άσκηση των μαθητών, η τάξη χωρίζεται σε δύο ομάδες που κατανέμονται εκ περιτροπής στα εργαστήρια φυσικής και χημείας.

Στην έρευνα αυτή έλαβαν μέρος μαθητές της θετικής κατεύθυνσης από 4 Λύκεια που επιλέχθηκαν τυχαία ανάμεσα στα 11 Λύκεια που λειτουργούν στην ευρύτερη περιοχή της Λεμεσού, ενός αστικού κέντρου της Κύπρου. Από τα 9 τμήματα θετικής κατεύθυνσης της τρίτης τάξης των τεσσάρων αυτών Λυκείων, επιλέχθηκαν τυχαία 6 τμήματα με συνολικό αριθμό μαθητών 132 (93 μαθητές και 39 μαθήτριες). Ο αριθμός αυτός περιορίστηκε σε 114 μαθητές (81 μαθητές και 33 μαθήτριες) λόγω απουσιών κατά τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας. Η μέση ηλικία των μαθητών ήταν 201.44 μήνες (16.79 χρόνια) με τυπική απόκλιση 3.89 μήνες. Το δείγμα αντιπροσωπεύει ένα μικτό πληθυσμό ως προς το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο της οικογένειας των μαθητών και τη μόρφωση των γονέων τους, ενώ μόνο ένας μικρός αριθμός των οικογενειών αυτών διαμένουν εκτός της αστικής περιοχής Λεμεσού.

Έργα

Χρησιμοποιήθηκαν δέκα γνωστικά έργα που ανά δύο αναφέρονται σε μία από πέντε

μορφές τυπικής λογικής σκέψης (αναλογίες, έλεγχος μεταβλητών, πιθανότητες, συσχέτιση και συνδυασμοί). Τα οκτώ από τα δέκα έργα (εκτός από τα έργα των συνδυασμών) είναι ερωτήσεις διπλής πολλαπλής επιλογής, όπου κάθε σωστή απάντηση πρέπει να συνδυαστεί με την ορθή δικαιολογία, για να θεωρηθεί σωστή, με αποτέλεσμα να περιορίζεται, για τα έργα αυτά, η πιθανότητα τυχαίων απαντήσεων.

α) *Έργα αναλογιών.* Στα έργα αυτά δίνεται αρχικά η αναλογία μεταξύ όμοιων πορτοκαλιών και του χυμού που μπορούν να δώσουν (τέσσερα μεγάλα πορτοκάλια δίνουν έξι ποτήρια χυμό). Στη συνέχεια, ζητείται να βρεθεί πόσα ποτήρια χυμού μπορούν να παραχθούν από έξι όμοια πορτοκάλια (πρώτο έργο) και ο αριθμός όμοιων πορτοκαλιών που χρειάζονται για την παρασκευή δεκατριών ποτηριών χυμού (δεύτερο έργο).

β) *Έργα ελέγχου μεταβλητών.* Στα έργα αυτά απεικονίζονται σε διαγράμματα πέντε εκκρεμή με ίσα ή διαφορετικά μήκη ή βάρη και ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν τα εκκρεμή με τα οποία θα μπορούσαν, με την εκτέλεση πειραμάτων, να διαπιστώσουν κατά πόσο η περίοδος του εκκρεμούς (χρόνος μιας πλήρους αιώρησης) επηρεάζεται από το μήκος του εκκρεμούς (πρώτο έργο) ή από το βάρος του (δεύτερο έργο). Για τα έργα αυτά, οι μαθητές πρέπει να υποδείξουν εκκρεμή με το ίδιο βάρος και διαφορετικά μήκη ή εκκρεμή με το ίδιο μήκος και διαφορετικά βάρη, αντίστοιχα.

γ) *Έργα πιθανοτήτων.* Στο πρώτο έργο, ζητείται ο υπολογισμός της πιθανότητας επιλογής ενός σπόρου φασολιάς, όταν από ένα πακέτο έξι σπόρων που περιέχει ίσο αριθμό σπόρων φασολιάς και σπόρων αγγουριάς ανασυρθεί ένας μόνο σπόρος. Στο δεύτερο έργο, ζητείται ο υπολογισμός της πιθανό-

τητας επιλογής ενός σπόρου που δίνει κόκκινα λουλούδια, όταν από ένα πακέτο 21 σπόρων που μπορούν να δώσουν κόκκινα (3 κοντά και 3 ψηλά) λουλούδια ανασυρθεί ένας μόνο σπόρος.

δ) *Έργα συσχέτισης*. Στο πρώτο έργο συσχέτισης, παρουσιάζεται ένα δείγμα από 22 χοντρούς ποντικούς (δεκαέξι με μαύρες και 6 με άσπρες ουρές) και 8 λεπτούς (έξι με άσπρες και 2 με μαύρες ουρές) που ζούσαν σε ένα χωράφι και οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν αν είναι πιθανότερο οι χοντροί ποντικοί να έχουν μαύρες και οι λεπτοί άσπρες ουρές. Στο δεύτερο έργο, παρουσιάζεται ένα δείγμα από 7 χοντρά ψάρια (τρία με πλατιές και τέσσερα με λεπτές ραβδώσεις) και 21 λεπτά ψάρια (9 με πλατιές και 12 με λεπτές ραβδώσεις) και οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν αν είναι πιθανότερα τα χοντρά ψάρια να έχουν πλατιές ραβδώσεις και τα λεπτά ψάρια να έχουν λεπτές ραβδώσεις.

ε) *Έργα συνδυασμών*. Τα έργα αυτά δεν είναι προβλήματα πολλαπλής επιλογής, αλλά οι μαθητές πρέπει να καταγράψουν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς ανάμεσα σε διάφορες μεταβλητές. Στο πρώτο έργο, απαιτείται η καταγραφή όλων των δυνατών συνδυασμών για το σχηματισμό μιας τριμελούς επιτροπής με τη συμμετοχή ενός μόνο ατόμου από καθμία από άλλες τρεις τριάδες ατόμων. Στο δεύτερο έργο, οι μαθητές πρέπει να καταγράψουν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς για την τοποθέτηση τεσσάρων καταστημάτων σε τέσσερις συνεχόμενους χώρους. Μόνο οι απαντήσεις των μαθητών που κατέγραψαν το σύνολο των απαιτούμενων συνδυασμών (27 και 24 για το πρώτο και δεύτερο έργο, αντίστοιχα) θεωρήθηκαν σωστές.

Τα δέκα γνωστικά έργα που αναφέρθηκαν αποτελούν το Δοκίμιο Λογικής Σκέψης (ΔΛΣ) που είναι η ελληνική μετάφραση

(Valanides, 1990) του Test of Logical Thinking (TOLT) (Tobin & Capie, 1981). Το ΔΛΣ προτιμήθηκε για τη μέτρηση μορφών τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) με βάση τα αποτελέσματα εγκυρότητας και αξιοπιστίας που δημοσιεύτηκαν από τους συγγραφείς του, όταν οι ίδιοι το χορήγησαν σε δείγματα μαθητών των ανωτέρων τάξεων του Δημοτικού και όλων των τάξεων Γυμνασίου/Λυκείου και σε φοιτητές. Η εγκυρότητα εννοιολογικής κατασκευής του TOLT επιβεβαιώθηκε τόσο με την υψηλή συσχέτιση (.82) μεταξύ των επιδόσεων των υποκειμένων (μαθητών και φοιτητών) στο δοκίμιο και των επιδόσεών τους σε παραδοσιακές κλινικές συνεντεύξεις όσο και με αναλύσεις παραγόντων από τις οποίες προέκυψε μόνο ένας παράγοντας (Tobin & Capie, 1980, 1981). Τα αποτελέσματα αυτά και η μεγάλη προγνωστική εγκυρότητα του TOLT για σχολικές ή πανεπιστημιακές επιδόσεις με αναφορά σε άλλες ομάδες υποκειμένων (Tobin & Capie, 1981) το καθιστούν ένα έγκυρο και αξιόπιστο όργανο για μέτρηση της ΤΛΣ.

Κατάταξη των υποκειμένων σε στάδια γνωστικής ανάπτυξης

Σε συσχέτισμό με τις επιδόσεις υποκειμένων σε πέντε παραδοσιακές κλινικές συνεντεύξεις, από αυτές που προτάθηκαν από τον Piaget, προτάθηκαν και οι επιδόσεις στο συγκεκριμένο δοκίμιο (TOLT) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατάταξη των υποκειμένων σε στάδια γνωστικής ανάπτυξης (Tobin & Capie, 1980, 1981). Στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης (ΣΛΣ), θεωρούνται ότι βρίσκονται άτομα που δεν απαντούν σωστά (απάντηση και δικαιολογία) σε κανένα ή σε ένα μόνο από τα δέκα προβλήματα. Όσοι δίνουν σωστές απαντή-

σεις και σωστές δικαιολογίες σε 2-3 προβλήματα ή σε 4-10 προβλήματα θεωρούνται ότι βρίσκονται στο στάδιο της μεταβατικής σκέψης (ΜΛΣ) ή στο στάδιο της τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ), αντίστοιχα.

Διαδικασία

Η εξέταση των υποκειμένων έγινε κατά τη διάρκεια του Δεκεμβρίου 1993, ενώ οι επιδόσεις τους στα διάφορα σχολικά μαθήματα λήφθηκαν από τα σχολικά αρχεία και αντιπροσωπεύουν τις τελικές βαθμολογίες των μαθητών του σχολικού έτους 1993-1994. Οι μαθητές απάντησαν στα έργα του ΔΛΣ κατά τη διάρκεια μιας σχολικής ώρας (45 λεπτά). Τα έργα παρουσιάστηκαν στους μαθητές με την ίδια πάντοτε σειρά (έργα αναλογιών, ελέγχου μεταβλητών, πιθανοτήτων, συσχέτισης και συνδυασμών). Εξηγήθηκε στους μαθητές ότι τα έργα δεν απαιτούσαν ειδικές γνώσεις και ότι ο σκοπός ήταν να γίνει έλεγχος της ικανότητάς τους να εφαρμόζουν διάφορες στρατηγικές που σχετίζονται με την επίλυση διαφορετικών τύπων έργων. Επιπλέον, τονίστηκε στους μαθητές ότι, ανεξάρτητα από τη διδασκαλία των έργων, έπρεπε να επιδείξουν ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να παρουσιάσουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Οι επιδόσεις των μαθητών στα έργα του ΔΛΣ χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των ικανοτήτων τους στις πέντε μορφές ΤΛΣ.

Αποτελέσματα

Η αξιοπιστία του ΔΛΣ

Η αξιοπιστία του ΔΛΣ, συντελεστής α , ήταν για το σύνολο των 114 μαθητών, .75

για τις πέντε μορφές ΤΛΣ του ΔΛΣ ήταν .52, .72, .55, .61 και .62 για τις αναλογίες, τον έλεγχο μεταβλητών, τις πιθανότητες, τη συσχέτιση και τους συνδυασμούς, αντίστοιχα. Η αξιοπιστία του ΔΛΣ που υπολογίστηκε με βάση τις επιδόσεις 195 μαθητών των τριών τάξεων ενός κυπριακού Γυμνασίου (Βαλανίδης, 1992) ήταν επίσης ψηλή ($\alpha = .71$) και κυμάνθηκε μεταξύ .47 και .71 για τις πέντε μορφές ΤΛΣ του ΔΛΣ. Για την αγγλική μορφή του ΔΛΣ οι συγγραφείς (Tobin & Carie, 1980) βρήκαν αξιοπιστία, συντελεστή α , .83 και .69 για μαθητές και φοιτητές, αντίστοιχα, ενώ για τις επιμέρους μορφές ΤΛΣ οι τιμές του συντελεστή α κυμάνθηκαν από .5 μέχρι .8. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το ΔΛΣ είναι πολύ αξιόπιστο και για το δείγμα της έρευνας αυτής.

Επιδόσεις στα έργα του ΔΛΣ

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι επιδόσεις των μαθητών, κατά φύλο, στις πέντε μορφές ΤΛΣ του ΔΛΣ και η συνολική τους επίδοση στο ΔΛΣ. Στον Πίνακα 2 φαίνονται, κατά φύλο, η συχνότητα (f) και το ποσοστό των μαθητών που είχαν επίδοση 0-10 στο ΔΛΣ.

Οι επιδόσεις των μαθητών φαίνονται να είναι υψηλότερες για τα έργα αναλογιών και ελέγχου μεταβλητών (Πίνακας 1). Με βάση τα παζετιανά πρότυπα και τις προτάσεις των συγγραφέων του TOLT, 4.4% (επίδοση 0-1), 22.8% (επίδοση 2-3) και 72.8% (επίδοση 4-10) των μαθητών βρίσκονται στα στάδια της ΣΛΣ, της ΜΛΣ και της ΤΛΣ, αντίστοιχα. Το ποσοστό των μαθητών που βρίσκονται στο στάδιο της ΤΛΣ (72.2%) είναι αρκετά μεγαλύτερο από τα ποσοστά που βρέθηκαν σε άλλες έρευνες (Lawson, Karplus, & Adi, 1978. Shayer, Kucherman, & Wylam, 1976. Shemesh, Eckstein, & Lazarowitz, 1992),

Πίνακας 1Επιδόσεις μαθητών ($N_1=82$) μαθητριών ($N_2=33$) στις πέντε μορφές σκέψης του ΔΛΣ

Μορφή Σκέψης	Μαθητές		Μαθήτριες		Σύνολο	
	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ
Αναλογίες	1.39	.75	1.33	.82	1.38	.77
Έλεγχος Μεταβλητών	1.31	.85	1.27	.84	1.30	.84
Πιθανότητες	1.14	.79	.58	.75	.97	.81
Συσχέτιση	1.04	.87	.79	.78	.96	.85
Συνδυασμοί	.95	.85	1.03	.85	.97	.85
Συνολική Επίδοση	5.83	2.85	5.00	2.57	5.59	2.78

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος όρος, ΤΑ=Τυπική απόκλιση.

Πίνακας 2

Επίδοση στο ΔΛΣ κατά φύλο

Επίδοση	Μαθητές		Μαθήτριες		Σύνολο	
	f	%	f	%	f	%
0	2	2.5	1	3.0	3	2.6
1	2	2.5	0	0.0	2	1.8
2	10	12.3	6	18.2	16	14.0
3	7	8.6	3	9.1	10	8.8
4	9	11.1	6	18.2	15	13.2
5	6	7.4	4	12.1	10	8.8
6	5	6.2	3	9.1	8	7.0
7	12	14.8	3	9.1	15	13.2
8	11	13.6	3	9.1	14	12.3
9	9	11.1	3	9.1	12	10.5
10	8	9.9	1	3.0	9	7.9
Σύνολο	82	100.0	33	100.0	115	100.0

αφού, όπως αναφέρθηκε, το δείγμα της έρευνας αυτής αντιπροσωπεύει ένα υποσύνολο των μαθητών τρίτης Λυκείου που επιλέγονται με βάση τις υψηλές ακαδημαϊκές τους επιδόσεις.

Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι σχολικές επιδόσεις (στα ελληνικά, στα μαθηματικά, στη φυσική και στη χημεία) και ο γενικός βαθμός των μαθητών, κατά φύλο. Από τις επιδόσεις αυτές σε συνδυασμό με τις επιδόσεις στο ΔΛΣ δημιουργείται η εντύπωση ότι τα κορίτσια υπερτερούν από τα αγόρια ως προς τις σχολικές επιδόσεις και υστερούν σε ορισμένες τουλάχιστον μορφές ΤΛΣ.

Επιδράσεις των παραγόντων

α) Επίδοση του φύλου

Για τον έλεγχο της υπόθεσης ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών όσον αφορά τις επιδόσεις τους στα έργα του ΔΛΣ, εφαρμόστηκε πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης με εξαρτημένες μεταβλητές τις επιδόσεις των μαθητών στις πέντε μορφές ΤΛΣ που εξετάστηκαν και

τη συνολική επίδοση των μαθητών στο ΔΛΣ. Από τις συγκρίσεις που έγιναν προέκυψε ότι τα αγόρια είχαν σημαντικά υψηλότερη επίδοση από τα κορίτσια $F(1, 112) = 12,19, p < .001$, στα έργα των πιθανοτήτων. Δε διαπιστώθηκε καμιά άλλη διαφορά μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών σχετικά με τις επιδόσεις τους στις άλλες μορφές ΤΛΣ ή τη συνολική επίδοσή τους στο ΔΛΣ.

Εφαρμόστηκε επίσης πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης με εξαρτημένες μεταβλητές το γενικό βαθμό και τις σχολικές επιδόσεις των μαθητών για τον εντοπισμό διαφορών μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών που σχετίζονται με τις μεταβλητές αυτές. Με τις συγκρίσεις που έγιναν διαπιστώθηκε ότι τα κορίτσια υπερτερούσαν από τα αγόρια στο γενικό βαθμό, $F(1,112) = 13.68, p < .001$, και στις επιδόσεις τους στα ελληνικά, $F(1,112) = 26,46, p < .001$, και στη φυσική, $F(1,112) = 4.88, p < .05$.

β) Η δομή των ικανοτήτων

Εφαρμόστηκε στη συνέχεια ανάλυση παραγόντων με δεδομένα τις επιδόσεις των μα-

Πίνακας 3

Σχολικές επιδόσεις μαθητών ($N_1=82$) μαθητριών ($N_2=33$)

	Μαθητές		Μαθήτριες		Σύνολο	
	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ	ΜΟ	ΤΑ
Ελληνικά	16.96	1.62	18.51	.94	17.41	1.62
Μαθηματικά	16.25	3.31	17.39	2.55	16.58	3.14
Φυσική	14.85	3.10	16.24	2.90	15.25	3.10
Χημεία	14.97	3.19	15.54	2.44	15.14	2.99
Γενικός Βαθμός	17.35	1.48	18.41	1.09	17.66	1.46

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος όρος, ΤΑ=Τυπική απόκλιση.

θητών σε κάθε ένα από τα δέκα έργα (δύο έργα από κάθε μορφή ΤΛΣ) του ΔΛΣ. Η ανάλυση παραγόντων έδωσε τρεις παράγοντες και για βελτίωση της ερμηνείας τους εφαρμόστηκε περιστροφή varimax. Ο Πίνακας 4 δείχνει τους παράγοντες που απομονώθηκαν και τις φορτίσεις τους από τα δέκα γνωστικά έργα που χρησιμοποιήθηκαν.

Ο πρώτος παράγοντας εξηγεί το 33.1% της διακύμανσης και οι φορτίσεις του προέρχονται αποκλειστικά από τα έργα αναλογιών και συνδυασμών. Ο δεύτερος παράγοντας εξηγεί το 12.2% της διακύμανσης και δέχεται φορτίσεις μόνο από τα έργα πιθανοτήτων και συσχέτισης. Ο τρίτος παράγοντας δέχεται τις κύριες φορτίσεις του από τα έργα ελέγχου μεταβλητών και εξηγεί το 11.3% της διακύμανσης. Οι παράγοντες αυτοί ονομάζονται, κατά σειρά, αναλογικός-συνδυ-

στικός, πιθανολογικός-συσχετικός και πειραματικός παράγοντας. Το αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης που εξηγούν οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι 56.6%.

Σε παρόμοιες αναλύσεις που έγιναν από τους Tobin & Carie (1980, 1981) απομονώθηκε μόνο ένας παράγοντας και τα αποτελέσματα θεωρήθηκαν επιβεβαιωτικά για την ύπαρξη ολικής δομής που χαρακτηρίζει την ΤΛΣ. Το ποσοστό διακύμανσης που μπορούσε να εξηγηθεί με τον παράγοντα αυτόν ήταν 28%. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε (N=1453) αντιπροσώπευε μαθητές από τις ανώτερες τάξεις του Δημοτικού, μαθητές Γυμνασίου, μαθητές Λυκείου και φοιτητές. Παρόμοια ανάλυση με μαθητές (N=195) των τριών τάξεων ενός κυπριακού Γυμνασίου (Βαλανδής, 1992) απομόνωσε τρεις παράγοντες. Οι τρεις παράγοντες που απομονώθη-

Πίνακας 4

Η δομή των παραγόντων που προέκυψε από τις επιδόσεις των μαθητών (N=114) στα δέκα γνωστικά έργα

Μορφή Σκέψης	Αριθμός Προβλήματος	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 3
Αναλογίες	1	.683*		
Αναλογίες	2	.772*		
Έλεγχος Μεταβλητών	3			.813*
Έλεγχος Μεταβλητών	4			.860*
Πιθανότητες	5		.753*	
Πιθανότητες	6		.763*	
Συσχέτιση	7		.594*	.343
Συσχέτιση	8		.522*	.378
Συνδυασμοί	9	.632*		
Συνδυασμοί	10	.577*		.317

Σημείωση: 1. Φορτίσεις κάτω των .30 παραλείπονται.

2. Ο αστερίσκος υποδηλώνει πρωταρχικές φορτίσεις.

καν στην παρούσα έρευνα αντιστοιχούν με τους τρεις παράγοντες που απομονώθηκαν με βάση τις επιδόσεις των μαθητών Γυμνασίου (Βαλανίδης, 1992) οι οποίοι εξηγούσαν σχεδόν το ίδιο ποσοστό διακύμανσης (54.9%).

γ) Πρόβλεψη των σχολικών επιδόσεων

Εφαρμόστηκαν στη συνέχεια αναλύσεις πολλαπλής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή μια από τις σχολικές επιδόσεις των μαθητών στα ελληνικά, στα μαθηματικά, στη φυσική, στη χημεία ή στο γενικό βαθμό τους και ως ανεξάρτητες μεταβλητές τις αθροιστικές επιδόσεις στα έργα που ταυτίζουν κάθε ένα από τους τρεις παράγοντες που απομονώθηκαν. Η αθροιστική επίδοση των μαθητών στα έργα αναλογιών και στα έργα συνδυασμών αντιπροσώπευε τον αναλογικό-συνδυαστικό παράγοντα (Π1), η αθροιστική επίδοση στα έργα πιθανότητας

και συσχέτισης αντιπροσώπευε τον πιθανολογικό-συσχετικό παράγοντα (Π2) και η αθροιστική επίδοση στα έργα ελέγχου μεταβλητών αντιπροσώπευε τον πειραματικό παράγοντα (Π3). Για τις αναλύσεις αυτές εφαρμόστηκε η μέθοδος *stepwise* με υποχρεωτική εισαγωγή όλων των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον Πίνακα 5.

Ο πιθανολογικός-συσχετικός παράγοντας είχε σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη όλων των επιδόσεων που εξετάστηκαν εκτός της επίδοσης στα ελληνικά. Τα ποσοστά διακύμανσης που εξηγούσε ο παράγοντας αυτός ήταν 18.2%, 14.8%, 12.8% και 10.6% για τα μαθηματικά, τη φυσική, τη χημεία και το γενικό βαθμό, αντίστοιχα. Ο πειραματικός παράγοντας είχε σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη της επίδοσης στα ελληνικά και του γενικού βαθμού και εξηγούσε 3.8% και 3.5% της διακύμανσης, αντίστοιχα,

Πίνακας 5

Πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης: ανεξάρτητες μεταβλητές οι παράγοντες (ΠΑΡ) που αντιπροσωπεύουν τη δομή των γνωστικών ικανοτήτων και εξαρτημένες μεταβλητές οι επιδόσεις στα ελληνικά, μαθηματικά, φυσική, χημεία και ο γενικός βαθμός

Ελληνικά			Μαθηματικά			Φυσική			Χημεία			Γενικός Βαθμός		
ΠΑΡ	ΔR^2	F	ΠΑΡ	ΔR^2	F	ΠΑΡ	ΔR^2	F	ΠΑΡ	ΔR^2	F	ΠΑΡ	ΔR^2	F
Π_3	.038	4.48*	Π_2	.182	25.31***	Π_2	.148	19.79***	Π_2	.128	16.68***	Π_2	.106	13.45**
Π_1	.010	.57	Π_1	.060	8.85**	Π_3	.030	2.08	Π_3	.006	.42	Π_3	.035	4.59*
Π_2	.010	.57	Π_3	.018	2.67	Π_1	.030	2.08	Π_1	.006	.42	Π_1	.007	.86

Σημείωση:

1. ***= $p < .001$, **= $p < .005$, *= $p < .05$

2. Όταν οι τιμές του ΔR^2 είναι οι ίδιες, αυτό σημαίνει ότι οι αντίστοιχες μεταβλητές μοιράζονται τη διακύμανση που αναφέρεται.

3. Π_1 = Αναλογικός-συνδυαστικός, Π_2 = Πιθανολογικός-συσχετιστικός και Π_3 = Πειραματικός παράγοντας.

ενώ ο αναλογικός-συνδυαστικός παράγοντας είχε σημαντική συμβολή μόνο στην πρόβλεψη της επίδοσης στα μαθηματικά και εξηγούσε 5.9% της διακύμανσης. Τα συνολικά ποσοστά διακύμανσης που εξηγούσαν οι τρεις παράγοντες ήταν 9.2%, 22.8%, 14.1%, 12.0% και 12.5% για τις επιδόσεις στα ελληνικά, στα μαθηματικά, στη φυσική, στη χημεία και για το γενικό βαθμό, αντίστοιχα. (Τα συνολικά ποσοστά διακύμανσης που αναφέρονται είναι προσαρμοσμένες τιμές).

Γενική συζήτηση

Το ΔΛΣ έδειξε υψηλό βαθμό αξιοπιστίας για το δείγμα της έρευνας. Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό (72.8%) των υποκειμένων βρίσκεται στο στάδιο της ΤΛΣ και το σύνολο των μαθητών αποτελεί μία ομάδα με υψηλό βαθμό ομοιογένειας. Η εξέταση των γνωστικών ικανοτήτων των μαθητών των τριών τάξεων ενός Γυμνασίου, με τη χρησιμοποίηση των ίδιων έργων, έδειξε ότι 64.6% των μαθητών βρίσκονταν στο στάδιο της ΣΛΣ και μόνο στα γνωστικά έργα αναλογιών οι μαθητές της τρίτης τάξης είχαν στατιστικά υψηλότερη επίδοση από τους μαθητές της πρώτης τάξης, ενώ δεν εντοπίστηκαν άλλες διαφορές μεταξύ των γνωστικών επιδόσεων των μαθητών (Βαλανίδης, 1992). Η κατάταξη αυτή των υποκειμένων βασίζεται φυσικά στα παιζετιανά πρότυπα, ενώ με βάση τα αποτελέσματα και των δύο ερευνών υποβαθμίζεται η ανάγκη για συνολικό χαρακτηρισμό των υποκειμένων, αφού η βασική παραδοχή της θεωρίας του Piaget για την ύπαρξη ενιαίας δομής δεν επιβεβαιώθηκε.

Αναφορικά με τις σχολικές επιδόσεις, τα κορίτσια υπερτερούσαν έναντι των αγοριών τόσο στο γενικό τους βαθμό όσο και στις επι-

δόσεις τους στα ελληνικά και στη φυσική παρόλο που βρέθηκε να υστερούν έναντι των αγοριών στις επιδόσεις τους στα έργα πιθανοτήτων. Πρόσφατη έρευνα ανάμεσα σε μαθητές πρώτης και δευτέρας Γυμνασίου (Ευκλείδη, Δημητρίου, Μωυσιάδης, & Μαρκέτος, 1992) έδειξε υπεροχή των αγοριών τόσο στα γνωστικά όσο και στα μαθηματικά έργα που χρησιμοποιήθηκαν. Παλαιότερα δεδομένα (Demetriou & Eklides, 1985, 1987) εντόπιζαν διαφορές φύλου άλλοτε υπέρ των κοριτσιών και άλλοτε υπέρ των αγοριών για διάφορα όμως γνωστικά έργα. Οι διαφορές που εντοπίζονται φαίνεται ότι είναι συνάρτηση των ηλικιών και της βιολογικής ωρίμανσης που διαφέρει μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Δεν πρέπει ακόμα να παραγνωρίζεται η πιθανή επίδραση του κοινωνικοοικονομικού επιπέδου, αφού υπάρχουν μαρτυρίες για την επίδρασή του στις γνωστικές και σχολικές επιδόσεις (Ευκλείδη κ.ά., 1992). Οι διαφορές αυτές υποδεικνύουν ότι, εκτός από την πιθανή συμβολή των γνωστικών δυνατοτήτων των μαθητών στην πρόβλεψη των επιδόσεών τους, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες (ατομικοί, οικογενειακοί και κοινωνικοί) που σχετίζονται με τις μαθητικές επιδόσεις και των οποίων η συμβολή πρέπει να εξετάζεται.

Τα αποτελέσματα αυτά, σε συνδυασμό με την απομόνωση τριών παραγόντων στη δομή των γνωστικών ικανοτήτων που εξετάστηκαν, προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία σε θεωρητικά μοντέλα που υποστηρίζουν την ύπαρξη εξειδικευμένων γνωστικών ικανοτήτων που χειρίζονται τομείς γνώσης (Demetriou & Eklides, 1988. Fischer, 1980. Vergnaud, 1991) ή το συνυπολογισμό μεταβλητών που σχετίζονται με ατομικές διαφορές (Pascual-Leone, 1988) οι οποίοι επηρεάζουν την πρόσληψη και επεξεργασία των

ερεθισμάτων της διδακτικής παρέμβασης (γνωστικοί τύποι, προσδοκίες κ.ά.). Οι προτάσεις αυτές αντλούν επιχειρήματα και από τις πολλές έρευνες που μελέτησαν την παραγοντική δομή της κατά τον Piaget ΤΛΣ. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δεν παρουσιάζουν σημαντική σύγκλιση, αφού άλλες έρευνες αποκάλυψαν μονοπαραγοντικές δομές (Bart, 1971. Lawson, 1977. Lawson & Renner, 1974. Shayer & Adey, 1981) και άλλες πολυπαραγοντικές δομές (Lawson, 1978. Lawson, Karplus, & Adi, 1978. Lawson, Nordland, & DeVito, 1975. Pallrand, 1977. Ross, 1973. Staver & Gabel, 1979). Μερικά από τα αποτελέσματα αυτά αμφισβητήθηκαν, επειδή το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν περιορισμένο, η διακύμανση των επιδόσεων δεν ήταν ικανοποιητική ή επειδή τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν απαιτούσαν νοητικές δεξιότητες με άγνωστες συσχετίσεις με την ΤΛΣ. Τελικά, φαίνεται ότι κάποια γενική ικανότητα επηρεάζει τις επιδόσεις σε διάφορα γνωστικά έργα, αλλά αυτή η γενική ικανότητα συναποτελείται από διακριτά συστατικά (Lawson, 1985), ενώ η παραγοντική δομή επηρεάζεται, εκτός των άλλων, τόσο από τον αριθμό όσο και από το είδος και την ποικιλία των γνωστικών έργων που χρησιμοποιούνται.

Οι παράγοντες που προέκυψαν από τη δομή των γνωστικών ικανοτήτων, όπως αντιπροσωπεύονται από τις πέντε μορφές ΤΛΣ, είναι σημαντικές μεταβλητές πρόβλεψης των επιδόσεων των μαθητών σε διάφορα σχολικά μαθήματα ή του γενικού τους βαθμού. Η προβλεπτική όμως δυνατότητα των παραγόντων αυτών διαφοροποιείται ανάλογα με το σχολικό μάθημα που εξετάζεται, ενώ τα ποσοστά διακύμανσης που μπορούν να εξηγηθούν είναι μεγαλύτερα για τα μαθηματικά (22.8%), μικρότερα για τη φυσική

(14.1%), για το γενικό βαθμό (12.5%) και τη χημεία (12.%) και μόνο 2.9% για τα ελληνικά.

Τα συμπεράσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από πολλές άλλες έρευνες. Βρέθηκε, για παράδειγμα, ότι οι μαθηματικές επιδόσεις και οι παράγοντες που σχετίζονται με τη δομή τους συσχετίζονται με ορισμένες γνωστικές ικανότητες (Ευκλείδη κ.α., 1992). Ο Lawson (1985) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η επιτυχία σε έργα ΤΛΣ είναι ενδεικτική μιας ικανότητας λογικής σκέψης με ευρεία εφαρμοσιμότητα, αφού η ανασκόπηση ενός σημαντικού αριθμού ερευνών έδειξε ότι οι επιδόσεις σε γνωστικά έργα εμφανίζουν συνήθως σημαντικές συσχετίσεις με πολλές σχολικές και πανεπιστημιακές επιδόσεις, οι οποίες διαφοροποιούνται όμως ανάλογα με το σχολικό ή πανεπιστημιακό μάθημα. Για παράδειγμα, βρέθηκε ότι και οι πέντε μορφές ΤΛΣ είχαν σημαντική συμμετοχή στην πρόβλεψη των επιδόσεων στις φυσικές επιστήμες ή στα μαθηματικά και εξηγούσαν το 62% και το 29% των επιδόσεων, αντίστοιχα (Bitner, 1988), ενώ σε άλλες έρευνες βρέθηκε πολύ μικρή συσχέτιση μεταξύ των ικανοτήτων αυτών και των επιδόσεων στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες (Hofstein & Mandler, 1985). Βρέθηκε ακόμα ότι οι επιδόσεις στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες, όχι όμως οι επιδόσεις στα ελληνικά, είχαν σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη των επιδόσεων μαθητών Γυμνασίου που εξετάστηκαν στα ίδια γνωστικά έργα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα και ότι οι μαθηματικές επιδόσεις εξηγούσαν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό διακύμανσης από τις επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες (Βαλανίδης, 1992).

Η διαφοροποιημένη προβλεπτική δυνατότητα των ικανοτήτων ΤΛΣ για τις επιδό-

σεις σε σχολικά μαθήματα και οι αποκλίσεις που διαπιστώνονται στα ερευνητικά αποτελέσματα δε σχετίζονται μόνο με τη διαφορετική φύση των σχολικών μαθημάτων, αλλά πιθανόν να επηρεάζονται και από το είδος της αξιολόγησης που επιχειρείται σε κάθε ένα από αυτά. Το είδος της αξιολόγησης διαφοροποιείται τόσο από τη μορφή των ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται (ερωτήσεις αντικειμενικού ή υποκειμενικού τύπου) αλλά και από τη φύση της επιδιωκόμενης σε κάθε μάθημα γνώσης (δηλωτική ή λειτουργική/διαδικαστική γνώση) ή τις επιχειρούμενες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Με βάση αυτήν την προοπτική ο Lawson (1983) εισηγήθηκε πως μια συγκεκριμένη γνωστική ικανότητα μπορεί να έχει προβλεπτική ικανότητα για ορισμένες επιδιώξεις των φυσικών επιστημών, όχι όμως για άλλες. Έτσι, θα μπορούσε να εξηγηθεί, για παράδειγμα, γιατί ο έλεγχος μεταβλητών, που αποτελεί μια βασική επιστημονική διαδικασία, δε βρέθηκε να είναι σημαντική μεταβλητή πρόβλεψης για τις επιδόσεις στη φυσική και στη χημεία. Αν, για παράδειγμα, η αξιολόγηση περιορίζεται σε γνωσιολογικούς στόχους, τότε είναι πιθανό να συσκοτίζεται η συσχέτιση των επιδόσεων στις φυσικές επιστήμες με εκείνες τις γνωστικές ικανότητες των μαθητών που αποτελούν στόχους της πειραματικής διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (π.χ., εντοπισμός και έλεγχος μεταβλητών).

Με βάση την προοπτική αυτή, η προσπάθεια πρέπει να επικεντρωθεί στη μελέτη των αλληλοσυσχετίσεων των διαφόρων μορφών ανώτερης νοητικής λειτουργίας με στόχο την αποκάλυψη της σημασίας τους στις διάφορες γνωστικές δραστηριότητες των ατόμων σε αντίθεση με τις προσπάθειες αποκάλυψης μιας «δομικής ενότητας» ή μιας ενιαίας δομής (Lawson, 1985). Η σημασία αυτής

της προσπάθειας μπορεί να βασίζεται στο γεγονός ότι οι διάφορες μορφές σκέψης συλλειτουργούν και συναναπτύσσονται, επειδή είναι απαραίτητες σε διάφορες χρονικές στιγμές κατά τη γενική διαδικασία διατύπωσης και ελέγχου αιτιωδών σχέσεων και υποθέσεων. Η προσπάθεια δεν πρέπει επομένως να κατευθύνεται στη δημιουργία ατόμων που βρίσκονται στο στάδιο της ΤΛΣ αλλά στη δημιουργία ατόμων που κατέχουν και αξιοποιούν εκείνες τις μορφές σκέψης που χαρακτηρίζουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και δράσης. Ο θετικός αντίκτυπος μιας τέτοιας προσπάθειας δε θα εντοπίζεται μόνο στις καλύτερες επιδόσεις των μαθητών σε μια ποικιλία σχολικών ή πανεπιστημιακών θεμάτων, αλλά θα επεκτείνεται στη δημιουργία ατόμων καλύτερα πληροφορημένων, με αναπτυγμένη την κριτική τους ικανότητα και επομένως αποτελεσματικότερων πολιτών.

Η υλοποίηση τέτοιας προγραμματικής πολιτικής δεν είναι όμως δυνατό να παραγνωρίσει ότι οι νοητικές διαδικασίες επηρεάζονται τόσο από τη δηλωτική όσο και από τη διαδικαστική γνώση (Lawson, Abraham, & Renner, 1989). Επιβάλλεται επομένως η προσφυγή σε διδακτικές προσεγγίσεις ή παρεμβάσεις που αποδίδουν έμφαση τόσο στη δηλωτική όσο και στη διαδικαστική γνώση. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελεί πρόσφορο εδαφος για διδακτικές παρεμβάσεις που συνδυάζουν τη διπλή αυτή έμφαση. Μια τέτοια μέθοδος προτάθηκε και χρησιμοποιήθηκε με ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την ανάπτυξη των ικανοτήτων σκέψης και δράσης (Lawson et al., 1989). Η συστηματική διερεύνηση παρόμοιων προτάσεων μπορεί να οδηγήσει σε σύγκλιση απόψεων που εμφανίζονται διίστάμενες και να συμβάλει στην αποφυγή θεωρητικής μονομέρειας.

Βιβλιογραφία

- Βαλανίδης, Ν. (1992). Ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης και επιδόσεις μαθητών Γυμνασίου. *Ψυχολογία*, 3, 30-45.
- Bart, W.M. (1971). The factor structure of formal operations. *British Journal of Educational Psychology*, 41, 70-79.
- Bitner, B.L. (1988). *Logical and critical thinking abilities of eight grade students as a predictor of science and mathematics achievement*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Ozark, MO.
- DeCarcer, I.A., Gabel, D.L., & Staver, J.R. (1978). Implications of Piagetian research for high school science teaching: A review of the literature. *Science Education*, 62, 571-583.
- Demetriou, A., & Efklides, A. (1985). Structure and sequence of formal and postformal thought: General patterns and individual differences. *Child Development*, 56, 1062-1091.
- Demetriou, A., & Efklides, A. (1987). Towards a determination of the dimensions and domains of individual differences in cognitive development. In E. de Corte, H. Lodewijks, R. Parmentier, & P. Span (Eds.), *Learning and instruction: European research in an international context* (pp. 41-52). Vol. 1. Oxford/Leuven: Pergamon Press/Leuven University Press.
- 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.
- Δημητρίου, Α. (1993). *Γνωστική ανάπτυξη: Μοντέλα, μέθοδοι, εφαρμογές. Τόμος Ι: Piaget και Νεοπιαζετιανοί*. Θεσσαλονίκη: Art of Text.
- Education Policies Commission (1966). *Education and the spirit of science*. Washington, DC: National Educational Association of the United States.
- Ευκλείδη, Α., Δημητρίου, Α., Μωυσιάδης, Π., & Μαρκέτος, Α. (1992). Γνωστικές ικανότητες και μαθηματικές επιδόσεις σε μαθητές πρώτης και δεύτερας Γυμνασίου. *Ψυχολογία*, 1, 11-29.
- Fischer, K.W. (1980). A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87, 477-531.
- Hofstein, A., & Mandler, V. (1985). The use of Lawson's test of formal reasoning in the Israeli science education context. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 141-152.
- Howe, A.C., & Durr, B.P. (1982). Analysis of an instructional unit for level of cognitive demand. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 217-224.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
- Lawson, A.E. (1977). Relationships among performances on three formal operations tasks. *The Journal of Psychology*, 96, 235-241.
- Lawson, A.E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 11-24.
- Lawson, A.E. (1982). Formal reasoning, achievement, and intelligence: An issue of importance. *Science Education*, 66, 77-83.
- Lawson, A.E. (1983). Predicting science achievement: The role of developmental level, disembedding ability, mental capacity, prior knowledge, and beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 117-129.
- Lawson, A.E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 569-617.
- Lawson, A.E., Abraham, M.R., & Reanner, J.W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills*. (NARST Monograph, No. 1). National Association for Research in Science Teaching.
- 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., Lawson, D.I., & Lawson, C.A. (1984). Proportional reasoning and the linguistic abilities required for hypothesis-deductive reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 347-358.
- Lawson, A.E., Nordland, F.H., & DeVito, A. (1975). Relationships of formal reasoning to achievement, aptitudes, and attitudes in preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 423-431.
- Lawson, A.E., & Renner, J.W. (1974). A quantitative analysis of responses to Piagetian tasks and its implications for curriculum. *Science Education*, 58, 545-559.
- Linn, M.C. (1982). Theoretical and practical significance of formal reasoning. *Journal of research in Science Teaching*, 19, 727-742.
- Pallrand, G.J. (1977). *The development of formal thought*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Convention, Cincinnati.
- 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: Toward an integration*, (pp. 25-64). Amsterdam: North Holland.
- Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. New York: Viking Press.
- Ross, R.S. (1973). Some empirical parameters of formal thinking. *Journal of Youth and Adolescence*, 2, 167-177.
- Shayer, M., & Adey, P. (1981). *Towards a science of science teaching*. London: Heinemann Educational Books.
- 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., & Lazarowitz, R. (1992). An experimental study of the development of formal reasoning among secondary school students. *School Science and Mathematics*, 92, 26-30.
- Staver, J.R., & Gabel, D.L. (1979). The development and construct validation of a group-administered test of formal thought. *Journal of Research in Science Teaching*, 16, 535-544.
- 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).
- Vergnaud, G. (1991). La theorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathematiques*, 10, 133-170.

ABSTRACT The subjects of the study were 114 twelfth-grade students (81 boys and 33 girls), attending the science section of four urban schools. Students' performance on a standardized test of logical thinking was used as a measure of their cognitive abilities. Performance on probalistic thinking items was significantly higher in favor of male students, but female students had significantly higher achievement than male students, when grade point average or grades in greek language or in physics were considered. Factor analysis of performance on each item (two items from each reasoning mode) produced a three-factor solution. These three factors had differential contribution to the prediction of achievement in one or more school subjects, but the proportion of variance attributable to them ranged from 2.9% (achievement in greek language) to 22.8% (achievement in mathematical). These results corroborate with the existence of specialized abilities dealing with specific domains of reality and signify the importance of individual difference variables.