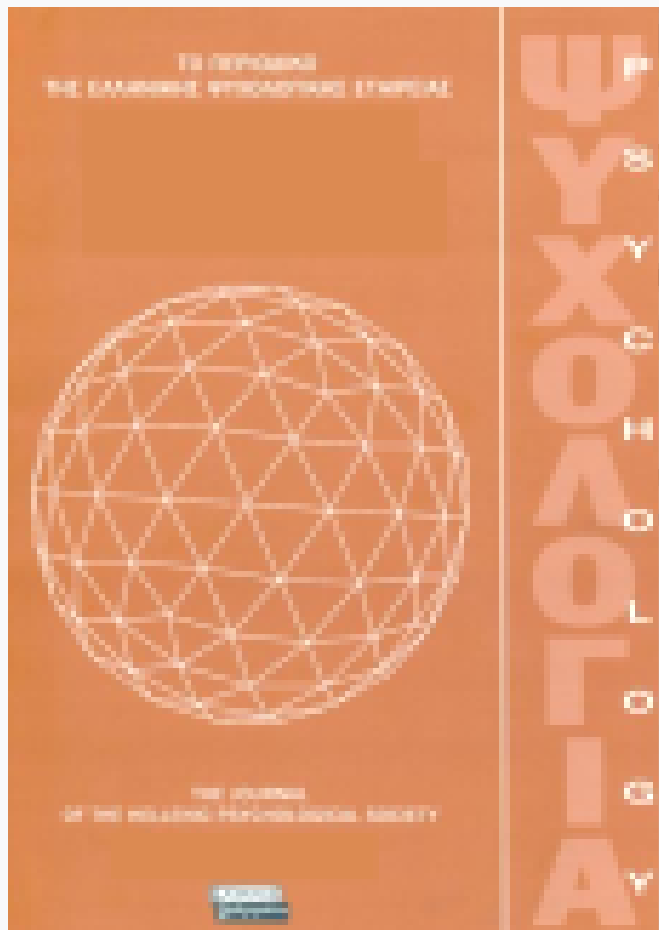


## Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society

Vol 1, No 3 (1992)



### Ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης και επιδόσεις μαθητών γυμνασίου

Νίκος Βαλανίδης

doi: [10.12681/psy\\_hps.24147](https://doi.org/10.12681/psy_hps.24147)

Copyright © 2020, Νίκος Βαλανίδης



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

#### To cite this article:

Βαλανίδης Ν. (2020). Ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης και επιδόσεις μαθητών γυμνασίου. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, 1(3), 30–45. [https://doi.org/10.12681/psy\\_hps.24147](https://doi.org/10.12681/psy_hps.24147)

# Ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης και επιδόσεις μαθητών γυμνασίου

Νίκος Βαλανίδης  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

## Περίληψη

Η επίδοση 195 μαθητών των τριών τάξεων ενός γυμνασίου, μικτού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου, στο Δοκίμιο Λογικής Σκέψης (ΔΛΣ) χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση των ικανοτήτων τους στις πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης που εξετάζει το ΔΛΣ (ανάλογιες, έλεγχος μεταβλητών, πιθανότητες, συσχέτιση και συνδυασμοί) και για τον εντοπισμό διαφορών μεταξύ των μαθητών των τριών τάξεων και μεταξύ των δύο φύλων. Οι επιδόσεις αυτές αποκάλυψαν σημαντικές αδυναμίες των μαθητών, ενώ μόνο στα γνωστικά έργα αναλογιών οι μαθητές της τρίτης τάξης είχαν στατιστικά ψηλότερη επίδοση ( $p < .05$ ) και μόνο από τους μαθητές της πρώτης τάξης. Δεν εντοπίστηκαν άλλες διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών των τριών τάξεων ή των δύο φύλων. Η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης των επιδόσεων στο ΔΛΣ πάνω σε σχολικές επιδόσεις και στη χρονολογική ηλικία έδειξε ότι τόσο η ηλικία όσο και οι επιδόσεις στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες, όχι όμως οι επιδόσεις στα ελληνικά, είχαν σημαντική συμμετοχή στην πρόβλεψη των επιδόσεων στο ΔΛΣ. Ανάλυση παραγόντων με βάση τις επιδόσεις στις πέντε μορφές σκέψης απομόνωσε ένα μόνο παράγοντα, ενώ ανάλυση παραγόντων με βάση τις επιδόσεις στα δέκα γνωστικά έργα του ΔΛΣ (δύο έργα για κάθε μορφή σκέψης) απομόνωσε τρεις παράγοντες. Τα αποτελέσματα αυτά και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές των επιδόσεων των μαθητών όχι μόνο μεταξύ έργων που αφορούν διαφορετικές μορφές σκέψης αλλά και μεταξύ έργων της ίδιας μορφής σκέψης δε συμφωνούν με βασικές παραδοχές της θεωρίας του Piaget και υποδεικνύουν την ανάγκη επίκλησης νεο-πιαζετιανών απόψεων για την αξιολόγηση της γνωστικής ανάπτυξης.

Η εξελικτική ψυχολογία έχει προ πολλού προτείνει τη διάκριση μεταξύ “δηλωτικής γνώσης” και “λειτουργικής” ή “διαδικαστικής” γνώσης. Σύμφωνα με τον Anderson (1980), “η δηλωτική γνώση περιλαμβάνει τα γεγονότα/θέματα που γνωρίζουμε, ενώ η λειτουργική/διαδικαστική γνώση περιλαμβάνει τις δεξιότητες που η γνώση τους μας βοηθά να ενεργούμε” (σ. 222) μέσα στο περιβάλλον που ζούμε. Χωρίς αμφιβολία, το έργο και οι θεωρίες του Piaget οδήγησαν σε ένταση του ενδιαφέροντος για τη διαδικαστική/λειτουργική γνώση, όπως εύκολα διαπιστώνεται από την έμφαση της θεωρίας στις διάφορες νοητικές πράξεις αλλά και από τις ονομασίες που δόθηκαν στα στάδια νοητικής/γνωστικής ανάπτυξης (προπραξιακή, πραξιακή περίοδος).

Έτσι, η ανάπτυξη των ικανοτήτων λογικής σκέψης των μαθητών αποτελεί δεδηλωμένη αρχή κάθε σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος και προϋποθέτει τη διεύθυνση των μαθησιακών στόχων, ώστε να εκτείνονται πέραν της απόκτησης γνώσεων και της σπουδής του περιεχομένου των διαφόρων σχολικών μαθημάτων. Η έμφαση στην απόκτηση λειτουργικής/διαδικαστικής γνώσης αποτελεί κατάλληλο “αντίδοτο” στην εκθετική αύξηση των γνώσεων που παρατηρείται στην εποχή μας. Οι ρυθμοί με τους οποίους η υπάρχουσα γνώση αναθεωρείται ή εκτοπίζεται από την ανθρώπινη δράση οδηγούν στην επίγνωση πως οι μέθοδοι και οι διαδικασίες για την απόκτηση των γνώσεων αποτελούν φυσιολογική αντίδραση και ασφαλές καταφύγιο για την αντιμετώπιση της μαζικής εισ-

ροής νέας γνώσης και των συνεπακόλουθων τεχνολογικών εφαρμογών της.

Οι επιστημόνες αυτές έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα, όταν το σημείο αναφοράς είναι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών (φυσική, χημεία, βιολογία). Από τη φύση τους, οι φυσικές επιστήμες θεωρούνται περισσότερο ως τρόπος σκέψης και ως μέθοδος για την απόκτηση γνώσεων και λιγότερο ως οι επιστημονικές γνώσεις, που με τη συσσώρευση και την αξιοποίησή τους έδωσαν τη δυνατότητα στο ανθρώπινο γένος για “απογείωση”. Από την άλλη, η απόκτηση των απαραίτητων “λειτουργικών/διαδικαστικών” δυνατοτήτων θεωρείται απαραίτητο συστατικό του βασικού επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού που απαιτεί η εποχή μας, ενώ θεωρούνται αναμφισβήτητες οι δυνατότητες της διδασκαλίας της επιστήμης για την υλοποίηση αυτής της προοπτικής.

Αυτές οι παραδοχές υιοθετήθηκαν πλήρως από το Κυπριακό Υπουργείο Παιδείας και οδήγησαν από το 1987, εκτός των άλλων καινοτομιών, στη σταδιακή εισαγωγή νέου αναλυτικού προγράμματος για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, στις τρεις πρώτες τάξεις του γυμνασίου. Η βαρύτητα που αποδίδεται στο νέο αναλυτικό πρόγραμμα των φυσικών, στην πειραματική διδασκαλία και στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου αναμένεται να έχει θετικές επιπτώσεις σε μετρήσεις που αντανακλούν ικανότητες λογικής σκέψης.

Η προσδοκία αυτή είναι ευθυγραμμισμένη με τις έρευνες που σχετίζονται με τη δυνατότητα των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων να επιταχύνουν τη γνωστική/νοητική ανάπτυξη του ατόμου. Οι λίγες ερευνητικές προσπάθειες που ασχολήθηκαν με το θέμα αυτό (Adey & Shayer, 1990. Bredderman, 1973. Case, 1974. Kuhn & Angelev, 1976. Lawson & Sniigen, 1982. Lawson & Wollman, 1976. Lawson, Blake, & Nordland, 1976) και τα αποτελέσματα που ανακοινώθηκαν δεν είναι δυνατό να δώσουν οριστική απάντηση στο ερώτημα αυτό. Το ερώτημα αυτό βρίσκεται ακόμα στο επίκεντρο συζητήσεων (Demetriou,

1988) στις οποίες προτείνονται θεωρητικές μετατοπίσεις ή αποκλίσεις από την καθαρή πιαζετιανή σκέψη.

Κατά τον Piaget, το άτομο ως ορθολογικό ζώο υποκειμένο προσπαθεί αδιάκοπα να συγκροτήσει τις ενέργειές του σε δομές με εμφανή συνέπεια και συνοχή τόσο μεταξύ τους όσο και στις σχέσεις τους με το εξωτερικό περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται η προσαρμογή του ατόμου μέσα στον κόσμο, από το επίπεδο των πιο απλών αισθησιοκινητικών ενεργειών μέχρι το επίπεδο του πιο σύνθετου επιστημονικού επιτεύγματος. Σε κάθε φάση της ανάπτυξης, υπάρχει μια ενιαία γενική δομή που μπορεί να εκφραστεί με ένα λογικό σύστημα. Όταν η υπάρχουσα δομή σε μια δεδομένη φάση της ανάπτυξης οδηγεί σε ερμηνείες που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, τότε ενεργοποιούνται διαδικασίες αναπροσαρμογής της γενικής δομής. Έτσι, η ανάπτυξη είναι μια βαθμιαία διαδικασία εξισορρόπησης ανάμεσα στη δομή του ατόμου και τον κόσμο που αποτελείται από μια οικουμενική και σταθερή ακολουθία σταδίων, παρόλο που οι χρονικές περιόδους του κάθε σταδίου μπορούν να διαφέρουν από άτομο σε άτομο και από πολιτισμό σε πολιτισμό. Στην πορεία αυτή, κάθε επόμενο στάδιο ενσωματώνει το προηγούμενο και το επεκτείνει σε νέα πεδία εφαρμογής μέχρι το τελικό στάδιο της τυπικής λογικής σκέψης (11 έως 18 χρόνων).

Οι λογικές πράξεις αυτού του σταδίου αναφέρονται στον τύπο, στη δομή ή στο είδος του προβλήματος και επομένως δεν πρέπει να επηρεάζονται από το είδος του υλικού που επεξεργάζονται, το οποίο μπορεί να είναι συγκεκριμένο, αφηρημένο ή συμβολικό. Η απόκτηση του τελικού αναπτυξιακού σταδίου, αλλά και των τριών προηγούμενων, είναι θέμα χρονολογικής ηλικίας και μιας επαρκούς αλληλεπίδρασης του ατόμου με το περιβάλλον. Το κάθε άτομο στην ηλικία των 11 ή 12 χρόνων αρχίζει να αποκτά τις γνωστικές δομές της τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) που εμφανίζονται σταδιακά η μια μετά την άλλη (κάθετη ανάπτυξη). Η χρονική

διάρκεια της κάθετης ανάπτυξης διαρκεί δύο ή τρία χρόνια, ενώ στη συνέχεια μέχρι το 17ο ή 18ο έτος οι δομές ενισχύονται, σταθεροποιούνται και συνοργανώνονται (οριζόντια ανάπτυξη). Έτσι, μερικά χρόνια πριν ή μερικά χρόνια μετά, όλοι οι έφηβοι και επομένως όλοι οι ενήλικες φθάνουν στο επίπεδο των τυπικών νοητικών πράξεων. Η ύπαρξη όμως μιας ενιαίας γενικής δομής σε κάθε στάδιο, η χρονολογική οριοθέτηση των διαφόρων σταδίων και η σταθερή ακολουθία τους αποτελούν καθολικό-οικουμενικό φαινόμενο.

Αυτές οι παραδοχές της πιαζετιανής θεωρίας δεν επιβεβαιώνονται όμως πειραματικά. Ο Lawson (1982) επεσήμανε πως “η παραδοχή της ύπαρξης μιας ενιαίας γενικής δομής είναι ασυμβίβαστη με τις μικρές συσχετίσεις μεταξύ διαφόρων γνωστικών έργων της ΤΛΣ” (σ. 444). Ο Neimark (1979), ανασκοπώντας τις ερευνητικές προσπάθειες για τις γνωστικές δομές της ΤΛΣ, διαπίστωσε ότι οι επιδόσεις στα γνωστικά έργα της ΤΛΣ δεν είναι ανεξάρτητες από το θεματικό περιεχόμενο των έργων, από τις οδηγίες που τα συνοδεύουν και από τους διάφορους παράγοντες της προσωπικότητας των ατόμων (π.χ., εξάρτηση ή ανεξαρτησία από το χωροχρονικό πεδίο, πίστη στον ενδοπροσωπικό ή εξωπροσωπικό έλεγχο, ή ο αντιληπτικός τύπος του ατόμου).

Οι διαπιστώσεις αυτές οδήγησαν σε προτάσεις που διακρίνουν την ικανότητα από την επίδοση με το σκεπτικό ότι “η ικανότητα είναι καλύτερη από ό,τι μπορεί να υποστηριχθεί από τις χαμηλές επιδόσεις που μετρήθηκαν ακόμα και σε έρευνες με ενήλικες” Neimark, 1979, σ. 62). Υποστηρίχθηκε ακόμα ότι η ερμηνεία της γνωστικής πολυπλοκότητας είναι αδύνατο να επιχειρηθεί ανεξάρτητα από άλλους παράγοντες του γνωστικού συστήματος. Η θεώρηση αυτή των πραγμάτων οδήγησε σταδιακά στη διαμόρφωση νέων θεωριών (νεοπιαζετιανές θεωρίες) στην προσπάθεια να ερμηνευθούν τα ερευνητικά δεδομένα. Για παράδειγμα, η θεωρία των δεξιοτήτων του Fisher (1980. Fisher & Pipp, 1984) και ο εμπειρικός-βιωματικός δο-

μισμός (Demetriou & Efklides, 1988) αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία σε εξειδικευμένες γνωστικές ικανότητες που χειρίζονται τομείς γνώσης, ενώ η θεωρία των εποικοδομητικών τελεστών (Pascual-Leone, 1970, 1988) υποστηρίζει, ανάμεσα στα άλλα, ότι οι παράγοντες της προσωπικότητας έχουν μεγαλύτερη επίδραση στις επιδόσεις σε διάφορα γνωστικά έργα από ό,τι έγινε παραδεκτό μέχρι πρόσφατα.

Ανεξάρτητα όμως από την κατάληξη των ερευνητικών προσπαθειών και τον συνακόλουθο επίλογο των θεωρητικών συζητήσεων, η διερεύνηση των ικανοτήτων λογικής σκέψης των μαθητών και της διαδικασίας ανάπτυξής τους έχει παγκόσμιο ενδιαφέρον. Τα δεδομένα διαφόρων ερευνών (Lawson, Karplus, & Adi, 1978. Shayer, Kucherman, & Wylam, 1976. Shemesh, Eckstein, & Lazarowitz, 1992) σκιαγραφούν μια απαισιόδοξη εικόνα για τις ικανότητες τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) των μαθητών. Δεδομένα από προηγούμενες μετρήσεις (Valanides 1990) κατέδειξαν σημαντικές αδυναμίες, με βάση τις πιαζετιανές προβλέψεις, στην ανάπτυξη των ικανοτήτων ΤΛΣ ανάμεσα σε Κύπριους μαθητές πρώτης και δεύτερης τάξης γυμνασίου. Ακόμα και μεταξύ μαθητών της τρίτης λυκείου, ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών (106 από τους 472) δεν κατάφεραν να απαντήσουν σωστά σε κανένα από τα δέκα προβλήματα τυπικής λογικής σκέψης που τους δόθηκαν.

Οι εκπαιδευτικές επιπτώσεις αυτών των αποτελεσμάτων είναι σημαντικές, γιατί η εμφανής αδυναμία μεγάλου ποσοστού εφήβων (και ενηλίκων) να χρησιμοποιούν τις ικανότητες λογικής σκέψης, σε συσχετισμό με τις πιθανές επιπτώσεις στην επίδοση των μαθητών στη φυσική, στα μαθηματικά και στα άλλα σχολικά θέματα, δημιουργεί την ανάγκη να διευκρινιστεί η δυνατότητα των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων να υποβοηθήσουν τη νοητική/γνωστική ανάπτυξη των μαθητών. Σε αντίθετη περίπτωση, προβάλλει άμεσα η ανάγκη προσαρμογής της διδασκαλίας στο επίπεδο λογικής σκέψης των μαθητών.

Η μελέτη αυτή επικέντρωσε το ενδιαφέρον της στη διερεύνηση των ικανοτήτων των μαθητών των τριών τάξεων ενός γυμνασίου σε πέντε μορφές ΤΛΣ που σχετίζονται με αναλογίες, έλεγχο μεταβλητών, πιθανότητες, συσχέτιση και συνδυασμούς. Παράλληλα, εξετάστηκαν οι διαφορές ανάμεσα σε μαθητές των τριών τάξεων του γυμνασίου σε σχέση με τις ικανότητές τους αυτές, για να διαπιστωθούν οι “ρυθμοί” γνωστικής ανάπτυξης που συνδέονται με τη χρονολογική ηλικία των μαθητών, ενώ επιδιώχθηκε και ο εντοπισμός τυχόν διαφορών στις ικανότητες αυτές που σχετίζονται με το φύλο των μαθητών. Επιδιώχθηκε επίσης η διερεύνηση της συμμετοχής διαφόρων σχολικών επιδόσεων (μαθηματικά, φυσικές επιστήμες και ελληνικά) και της χρονολογικής ηλικίας των μαθητών στην πρόβλεψη των επιδόσεων σε γνωστικά έργα που σχετίζονται με τις πέντε μορφές σκέψης που εξετάστηκαν. Καταβλήθηκε επίσης προσπάθεια να διακριβωθεί η δομή των γνωστικών επιδόσεων στις πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) και στα δέκα γνωστικά έργα (δύο έργα από κάθε μορφή σκέψης) που χρησιμοποιήθηκαν.

## Μέθοδος

### Υποκείμενα

Το σύνολο των 407 μαθητών ενός γυμνασίου (218 μαθητές και 189 μαθήτριες) ήταν κατανεμημένο σε 5, 3 και 4 τμήματα της πρώτης, δευτέρας και τρίτης τάξης, αντίστοιχα. Από τα τμήματα αυτά επιλέχθηκαν τυχαία δύο τμήματα από κάθε τάξη με συνολικό αριθμό μαθητών 204. Ο αριθμός αυτός μειώθηκε σε 195 λόγω απουσίας διαφόρων μαθητών. Από αυτούς 65 (33 μαθητές και 32 μαθήτριες) ήταν μαθητές της πρώτης τάξης, 68 (34 μαθητές και 34 μαθήτριες) ήταν μαθητές της δευτέρας τάξης και οι υπόλοιποι 62 (39 μαθητές και 23 μαθήτριες) ήταν μαθητές της τρίτης τάξης. Η μέση ηλικία των μαθητών της πρώτης τάξης ήταν 149.52 μή-

νες (Τ.Α.=3.82), της δευτέρας τάξης 161.34 μήνες (Τ.Α.=4.42) και της τρίτης τάξης 172.85 μήνες (Τ.Α.=4.45). Οι μαθητές του γυμνασίου αυτού αντιπροσωπεύουν ένα μικτό πληθυσμό ως προς το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο της οικογένειάς τους και τη μόρφωση των γονέων, ενώ η πλειοψηφία των οικογενειών διαμένουν σε αστικές περιοχές.

### Έργα

Το Δοκίμιο Λογικής Σκέψης (ΔΛΣ) αποτελείται από δέκα ερωτήσεις που ανά δύο αναφέρονται σε μια από τις πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης (αναλογίες, έλεγχος μεταβλητών, συσχέτιση, πιθανότητες και συνδυασμοί). Το ΔΛΣ είναι η ελληνική μετάφραση (Valanides, 1990) της μορφής Α του Test of Logical Thinking (TOLT) (Tobin & Capie, 1981). Τα οκτώ από τα δέκα έργα του TOLT είναι ερωτήσεις διπλής πολλαπλής επιλογής, όπου κάθε σωστή απάντηση πρέπει να συνδυαστεί με την ορθή δικαιολογία, για να θεωρηθεί σωστή. Η προσέγγιση αυτή ελαχιστοποιεί την πιθανότητα τυχαίων απαντήσεων με αποτέλεσμα η αξιοπιστία του TOLT, συντελεστής  $\alpha$  (Cronbach, 1951), να είναι πολύ ψηλή ( $\alpha=0.85$ ), ενώ η αξιοπιστία, συντελεστής  $\alpha$ , για καθεμία μορφή τυπικής λογικής σκέψης κυμαίνεται από .56 μέχρι .82, παρόλο που μόνο δύο ερωτήσεις, για κάθε μορφή σκέψης, χρησιμοποιούνται σε αυτό (Tobin & Capie, 1981). Το ΔΛΣ παρουσιάζει επίσης πολύ ψηλή αξιοπιστία που βρέθηκε να είναι .83 για μαθητές τρίτης λυκείου, ενώ για τις επιμέρους μορφές τυπικής λογικής σκέψης κυμαίνεται από .60 μέχρι .75 (Valanides, 1990).

α) Τα πρώτα δύο έργα αναφέρονται στις αναλογίες μεταξύ όμοιων πορτοκαλιών και του χυμού που μπορούν να δώσουν, αν είναι γνωστό ότι τέσσερα πορτοκάλια δίνουν έξι ποτήρια χυμό. Στο πρώτο έργο, ζητείται να βρεθεί πόσα ποτήρια χυμού μπορούν να παραχθούν από έξι όμοια πορτοκάλια και στο

δεύτερο ο αριθμός πορτοκαλιών που χρειάζεται για την παρασκευή δεκατριών ποτηριών χυμού. Η απάντηση στο πρώτο έργο απαιτεί το χειρισμό αναλογιών με ακέραιους αριθμούς, ενώ στο δεύτερο παρεμβάλλονται αναλογίες με κλασματικούς αριθμούς.

β) Τα επόμενα δύο έργα αναφέρονται στην ικανότητα απομόνωσης και ελέγχου δύο μεταβλητών που σχετίζονται με το μαθηματικό εκκρεμές (βάρος και μήκος). Στα προβλήματα αυτά απεικονίζονται σε διάγραμμα πέντε εκκρεμή με διαφορετικά μήκη και βάρη και ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν τα εκκρεμή με τα οποία πειραματιζόμενοι θα μπορούσαν να διαπιστώσουν κατά πόσο ο χρόνος αιώρησης του εκκρεμούς επηρεάζεται από το μήκος (επιλογή εκκρεμών με το ίδιο βάρος) ή το βάρος (επιλογή εκκρεμών με το ίδιο μήκος) του εκκρεμούς, αντίστοιχα.

γ) Ακολουθούν δύο έργα που εξετάζουν τις ικανότητες των υποκειμένων σε σχέση με τις πιθανότητες. Το πρώτο από αυτά ζητά να βρεθεί η πιθανότητα να επιλεγεί ένας σπόρος φασολιάς από ένα πακέτο έξι σπόρων που περιέχει ίσο αριθμό σπόρων φασολιάς και αγγουριάς. Το δεύτερο ζητά να βρεθεί η πιθανότητα να επιλεγεί ένας σπόρος που δίνει κόκκινα λουλούδια από ένα πακέτο 21 σπόρων που περιέχει άνισους αριθμούς κόκκινων, κίτρινων και γαλάζιων λουλουδιών, ενώ ταυτόχρονα παρεμβάλλεται και το ύψος των λουλουδιών ως επιπρόσθετος παράγοντας.

δ) Στα προβλήματα συσχέτισης, που ακολουθούν στη συνέχεια, παρουσιάζεται, στο πρώτο, ένα δείγμα από τριάντα ποντικούς (22 χοντρούς και 8 λεπτούς) που ζούσαν σε ένα χωράφι και οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν κατά πόσο είναι πιθανότερο οι χοντροί ποντικοί να έχουν μαύρες ουρές και οι λεπτοί ποντικοί άσπρες ουρές. Έξι χοντροί και έξι λεπτοί ποντικοί έχουν άσπρες ουρές, ενώ δύο λεπτοί και δεκαέξι χοντροί ποντικοί έχουν μαύρες ουρές. Στο δεύτερο έργο, παρουσιάζεται ένα δείγμα ψαριών, επτά από τα οποία είναι χοντρά και εικοσιένα λεπτά. Τρία

από τα χοντρά και εννιά από τα λεπτά έχουν πλατιές ραβδώσεις, ενώ τα υπόλοιπα έχουν λεπτές ραβδώσεις. Οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν κατά πόσο είναι πιθανότερο τα χοντρά ψάρια να έχουν πλατιές ραβδώσεις και τα λεπτά ψάρια να έχουν λεπτές ραβδώσεις.

ε) Τα δύο τελευταία γνωστικά έργα έχουν διαφορετική μορφή από τα προηγούμενα, διότι δεν είναι προβλήματα πολλαπλής επιλογής. Για τα έργα αυτά, οι μαθητές πρέπει να καταγράψουν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς ανάμεσα σε διάφορες μεταβλητές, αντί να επιλέξουν τη σωστή απάντηση και τη σωστή δικαιολογία από τις πέντε απαντήσεις και τις πέντε δικαιολογίες που προτείνονται για καθένα από τα οκτώ προηγούμενα έργα. Στο πρώτο έργο, πρέπει να απαριθμηθούν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί για το σχηματισμό μιας τριμελούς επιτροπής με τη συμμετοχή ενός μόνο ατόμου από καθένα από άλλες τρεις τριάδες ατόμων, ενώ στο δεύτερο έργο πρέπει να απαριθμηθούν οι δυνατές περιπτώσεις για την τοποθέτηση τεσσάρων καταστημάτων σε τέσσερις διαθέσιμους χώρους. Οι δυνατοί συνδυασμοί είναι 27 και 24 για το πρώτο και το δεύτερο έργο, αντίστοιχα.

Η εγκυρότητα του TOLT ελέγχθηκε συσχετίζοντας τις επιδόσεις στο δοκίμιο αυτό με τις αντίστοιχες επιδόσεις σε παραδοσιακές κλινικές συνεντεύξεις, όπως προτάθηκαν από τον Piaget. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών επιδόσεων βρέθηκε να είναι .82. Η επίδοση σε κλινικές συνεντεύξεις χρησιμοποιήθηκε, επίσης, από τους Tobin & Carie (1981), ως κριτήριο για τον καθορισμό των επιδόσεων στο δοκίμιο οι οποίες χρησιμοποιούνται για κατηγοριοποίηση των ατόμων σε στάδια γνωστικής ανάπτυξης. Έτσι, όσα άτομα έχουν επίδοση στο ΔΛΣ 0-1 θεωρούνται ότι βρίσκονται στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης (ΣΛΣ). Άτομα με επίδοση 2-3 θεωρούνται ότι βρίσκονται στο στάδιο της μεταβατικής λογικής σκέψης (ΜΛΣ) και μόνο άτομα με επίδοση 4-10 θεωρούνται ότι βρίσκονται στο στάδιο της τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ).

## Διαδικασία

Η εξέτασή των υποκειμένων έλαβε χώρα κατά τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο. Κατά τη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας (45 λεπτά), οι μαθητές απάντησαν στα έργα του Δοκιμίου Λογικής Σκέψης (ΔΛΣ). Η σειρά παρουσίας των έργων ήταν για όλους τους μαθητές η ίδια. Στο ΔΛΣ προηγούνται τα έργα αναλογιών και ακολουθούν τα έργα απομόνωσης και ελέγχου μεταβλητών, πιθανοτήτων, συσχετισμού και συνδυασμών. Στους μαθητές εξηγήθηκε ότι έπρεπε να απαντήσουν σε έργα που δεν απαιτούσαν ειδικές γνώσεις, αλλά είχαν σκοπό να ελέγξουν την ικανότητά τους να εφαρμόζουν διάφορες στρατηγικές που σχετίζονται με την επίλυση διαφόρων τύπων έργων. Μερικά από τα έργα μπορεί να εμφανίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες, αλλά ανεξάρτητα από αυτό θα έπρεπε να επιδειχθεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε τα αποτελέσματα να είναι τα καλύτερα δυνατά. Πριν δοθούν οι απαντήσεις των μαθητών, έγινε επίσης επίδειξη ενός εκκρεμούς και εξηγήθηκε ότι ο χρόνος μιας αιώρησης είναι ο ίδιος και ότι το μήκος και το βάρος του εκκρεμούς μπορούν να μεταβάλλονται κατά βούληση.

Οι επιδόσεις των μαθητών στα έργα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των ικανοτήτων τους στις πέντε μορφές ΤΛΣ, ενώ η συνολική τους επίδοση στο ΔΛΣ χρησιμοποιήθηκε, με βάση την πρόταση των κατασκευαστών του ΔΛΣ, στην κατάταξη των υποκειμένων σε στάδια νοητικής/γνωστικής ανάπτυξης. Η επίδοση στο δοκίμιο αυτό (0-10) αντιστοιχεί με τον αριθμό των ορθών απαντήσεων και η επίδοση για κάθε μορφή ΤΛΣ του ΔΛΣ (0-2) αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ορθών απαντήσεων που δόθηκαν στα δύο έργα που αντιστοιχούν σε καθεμία από τις πέντε μορφές ΤΛΣ. Οι επιδόσεις των μαθητών στα ελληνικά και στα μαθηματικά ήταν οι αντίστοιχοι βαθμοί που εξασφάλισαν στις τελικές γραπτές προαγωγικές εξετάσεις του προηγούμενου σχολικού χρόνου. Για τις φυσικές επιστήμες δεν υπήρχαν τελικές γραπτές

εξετάσεις κατά τη σχολική χρονιά 1990-1991 και η επίδοση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες αντιπροσωπεύει τη βαθμολογία τους στο πρώτο τρίμηνο του σχολικού έτους 1991-1992. Οι βαθμολογίες αυτές και η ημερομηνία γέννησης των μαθητών, για τον υπολογισμό της χρονολογικής τους ηλικίας, λήφθηκαν από τα αρχεία του σχολείου.

## Αποτελέσματα

### Η αξιοπιστία του ΔΛΣ

Η αξιοπιστία του ΔΛΣ, συντελεστής α, για το σύνολο των μαθητών των τριών τάξεων ήταν .71, ενώ η αξιοπιστία για καθεμία από τις πέντε μορφές λογικής σκέψης κυμάνθηκε μεταξύ .47 και .71. Η μικρότερη αξιοπιστία αντιστοιχεί στις αναλογίες και η μεγαλύτερη στον έλεγχο μεταβλητών. Οι συγγραφείς (Tobin & Carie, 1980) του TOLT, Form A (η αρχική αγγλική μορφή του ΔΛΣ) βρήκαν αξιοπιστία, συντελεστής α, .83 και .69 για προκολλεγιακούς και κολλεγιακούς φοιτητές, αντίστοιχα. Η αξιοπιστία που υπολόγισαν για τις επιμέρους μορφές λογικής σκέψης κυμαινόταν "από σχεδόν .5 μέχρι .8" (σ. 8). Είναι παραδεκτό ότι "η αξιοπιστία είναι συνάρτηση της αξιοπιστίας των ερωτήσεων" που αποτελούν ένα δοκίμιο "και της ομοιογένειας" (Ebel, 1965, σ. 39) των δειγμάτων που χρησιμοποιούνται, εξαρτάται δηλαδή από τη διακύμανση των επιδόσεων. Με βάση αυτά τα δεδομένα και συνυπολογίζοντας τη μικρή διακύμανση των επιδόσεων των μαθητών στο ΔΛΣ (μόνο 27 άτομα από τα 195 είχαν επιδόσεις 4-8 και κανένα επιδόσεις 9-10) προκύπτει ότι το ΔΛΣ είναι πολύ αξιόπιστο και για το δείγμα της έρευνας αυτής.

### Επιδόσεις στο ΔΛΣ

Στον Πίνακα 1 φαίνονται, κατά τάξη, η συχνότητα (f) και το ποσοστό (%) των ορθών απαντήσεων που δόθηκαν σε κάθε έργο του ΔΛΣ, ενώ στον Πίνακα 2 φαίνεται η συχνότητα (f) και το αντίστοιχο ποσοστό (%)

Πίνακας 1

Ορθές απαντήσεις κατά τάξη και κατά ερώτηση του ΔΛΣ

Πρόβλημα	Τάξη Α		Τάξη Β		Τάξη Γ		Σύνολο	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Αναλογίες	3	20.0	19	27.9	23	37.0	55	28.2
Αναλογίες	7	10.8	10	14.7	15	24.2	32	16.4
Έλεγχος μεταβλητών	6	9.2	13	19.1	10	16.1	29	14.9
Έλεγχος μεταβλητών	7	10.8	15	22.0	10	16.1	32	16.4
Πιθανότητες	9	13.8	15	22.0	16	25.8	40	20.5
Πιθανότητες	4	6.2	8	11.8	8	12.9	20	10.3
Συσχέτιση	11	16.9	15	22.0	10	16.1	36	18.5
Συσχέτιση	7	10.8	12	17.6	7	11.3	26	13.3
Συνδυασμοί	1	1.5	2	2.9	6	9.7	9	4.6
Συνδυασμοί	2	3.1	7	10.3	6	9.7	15	7.7

Πίνακας 2

Επίδοση στο ΔΛΣ κατά τάξη

Επίδοση	Τάξη Α		Τάξη Β		Τάξη Γ		Σύνολο	
	f	%	f	%	f	%	f	%
0	38	58.5	20	29.4	22	35.5	80	41.0
1	11	16.9	20	29.4	15	24.4	46	23.6
2	4	6.2	12	17.6	9	14.5	25	12.8
3	6	9.2	5	7.4	6	9.7	17	8.7
4	3	4.6	6	8.8	2	3.2	11	5.6
5	1	1.5	1	1.5	3	4.8	5	2.6
6	11	16.9	2	2.9	0	0.0	3	1.5
7	1	1.5	0	0.0	3	4.8	4	2.1
8	0	0.0	2	2.9	2	3.2	4	2.1
9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Σύνολο	65	100.0	68	100.0	62	100.0	195	100.0

των μαθητών, κατά τάξη, που είχαν επίδοση 0-10 στο ΔΛΣ.

Από την προσεκτική εξέταση των αποτελεσμάτων, που φαίνονται στους Πίνακες 1 και 2, προκύπτει ότι, με βάση τα πιαζετιανά πρότυπα, μόνο ένα μικρό ποσοστό μαθητών των τριών τάξεων (13.9%) βρίσκονται στο στάδιο της τυπικής λογικής σκέψης (ΤΛΣ) (επίδοση στο ΔΛΣ 4-10), ενώ 64.6% και

21.5% από αυτούς βρίσκονται στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης (ΣΛΣ) (επίδοση στο ΔΛΣ 0-1) ή στο στάδιο της μεταβατικής λογικής σκέψης (ΜΛΣ) (επίδοση στο ΔΛΣ 2-3) αντίστοιχα. Τα ποσοστά των μαθητών που βρίσκονται στο στάδιο της ΣΛΣ (επιδόσεις 0-1 στο ΔΛΣ) ήταν 75.4%, 58.8% και 59.9% για την πρώτη, τη δεύτερα και την τρίτη τάξη του γυμνασίου, αντίστοιχα. Τα

ποσοστά των μαθητών που βρίσκονται στο στάδιο της ΜΛΣ (επιδόσεις 2-3 στο ΔΛΣ) ήταν 15.4%, 25% και 24.2% για την πρώτη, τη δεύτερα και την τρίτη τάξη του γυμνασίου, αντίστοιχα. Για τα δύο πρώτα έργα (αναλογίες), παρατηρήθηκε μια σταδιακή αύξηση ορθών απαντήσεων από την πρώτη στην τρίτη τάξη. Η εικόνα αυτή παρουσιάστηκε και σε άλλα έργα, χωρίς όμως να είναι τόσο εμφανής (π.χ., έργο 5).

### Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

*α) Επίδραση της τάξης και του φύλου.* Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική επίδοση (0-10) των μαθητών στο ΔΛΣ, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν η τάξη και το φύλο των μαθητών [3 (τάξεις) x 2 (φύλα)]. Από τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε μεταξύ των μαθητών των τριών τάξεων [F(2, 189)=3.042, p=.05] ούτε και μεταξύ μαθητών και μαθητριών [F(1, 189)=0.058, p=.810]. Η αλληλεπίδραση τάξης και φύλου των μαθητών δεν ήταν επίσης στατιστικά σημαντική [F(2, 189)=1.204, p=.302].

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών που σχετίζονται με καθεμία από τις πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης (αναλογίες, έλεγχος μεταβλητών, πιθανότητες, συσχέτιση και συνδυασμοί) εφαρμόστηκε πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με πέντε εξαρτημένες μεταβλητές, που αντιπροσωπεύουν τις επιδόσεις των μαθητών στις πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης του ΔΛΣ, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν και πάλι η τάξη και το φύλο των μαθητών [3 (τάξεις) x 2 (φύλα)].

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών έδειξαν ότι: (1) Η επίδραση του φύλου στις επιδόσεις των μαθητών στις πέντε μορφές τυπικής λογικής σκέψης που εξετάστηκαν δεν ήταν στατιστικά σημαντική [F (1, 289)=.10,

p=.753, F (1, 289)=.40, p=.575, F (1, 289)=.04, p=.932, F (1, 289)=.03, p=.896, F (1, 289)=.84, p=.218, για τις επιδόσεις στα έργα αναλογιών, ελέγχου μεταβλητών, πιθανοτήτων, συσχέτισης και συνδυασμών, αντίστοιχα]. (2) Η επίδραση της τάξης των μαθητών ήταν στατιστικά σημαντική μόνο στις επιδόσεις των μαθητών που αναφέρονται στα έργα που σχετίζονται με αναλογίες [F (2, 289)=3.41, p=.035], ενώ για τις επιδόσεις στα υπόλοιπα έργα, η επίδραση της τάξης δεν ήταν στατιστικά σημαντική [F (2, 289)=1.81, p=.210, F (2, 289)=1.81, p=.396, F (2, 289)=.92, p=.133, F (2, 289)=2.12, p=.564, για τις επιδόσεις στα έργα ελέγχου μεταβλητών, πιθανοτήτων, συσχέτισης και συνδυασμών, αντίστοιχα].

Για τον εντοπισμό των διαφορών που σχετίζονται με τις επιδόσεις των μαθητών στα έργα αναλογιών εφαρμόστηκε η μέθοδος Scheffé πολλαπλών συγκρίσεων. Με τις συγκρίσεις που έγιναν διαπιστώθηκε ότι η επίδοση των μαθητών της τρίτης τάξης στα έργα αυτά ήταν στατιστικά ψηλότερη (p<.05) μόνο από την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών της πρώτης τάξης. Καμιά άλλη διαφορά δεν εντοπίστηκε μεταξύ των μαθητών των τριών τάξεων.

*β) Επίδραση των σχολικών επιδόσεων και της ηλικίας.* Εφαρμόστηκε στη συνέχεια ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης των επιδόσεων στο ΔΛΣ (εξαρτημένη μεταβλητή) πάνω στις σχολικές επιδόσεις στα μαθηματικά, στα ελληνικά και στις φυσικές επιστήμες, και στη χρονολογική ηλικία σε μήνες (ανεξάρτητες μεταβλητές). Για την ανάλυση αυτή εφαρμόστηκε η μέθοδος stepwise. Με τη μέθοδο αυτή βρέθηκε ότι έχουν σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη των επιδόσεων στο ΔΛΣ η επίδοση στα μαθηματικά, η ηλικία και η επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, οι μη σταθμισμένοι συντελεστές παλινδρόμησης (B), οι σταθμισμένοι συντελεστές "βήτα" και οι ημιμετρικές συσχετίσεις (sr<sup>2</sup>). Οι τιμές του sr<sup>2</sup> αντιπροσω-

Πίνακας 3

Πολλαπλή παλινδρόμηση των επιδόσεων στο ΔΛΣ πάνω στις σχολικές επιδόσεις και στην ηλικία

Μεταβλητές	Επίδοση στο ΔΛΣ	Μαθηματικά	Φυσικές επιστήμες	Ελληνικά	Ηλικία	B	β	sr <sup>2</sup>
<i>Σχολικές Επιδόσεις</i>								
Μαθηματικά	.486					.074	.235	.019**
Φυσικά	.447	.800				.117	.344	.037**
Ελληνικά	.482	.775				.054	.124	.000
Ηλικία (σε μήνες)	.189	-.081	-2.82	.000		.057	.305	.080**
Μέση τιμή	1.510	12.410	11.79	13.930	161.06			
Τυπική απόκλιση	1.920	6.130	5.62	4.400	10.34			

\*\* p &lt; .01

πύουν το ποσό κατά το οποίο η τιμή του R<sup>2</sup> θα μειωνόταν, αν η αντίστοιχη ανεξάρτητη μεταβλητή είχε αφαιρεθεί από την εξίσωση (Tabachnick & Fidell, 1989, σ. 180).

Η τιμή του R για την παλινδρόμηση είναι σημαντικά διαφορετική από το μηδέν, F(3, 191)=30.827, p<.001, και το ποσοστό διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (επίδοση στο ΔΛΣ) που ερμηνεύεται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλήφθηκαν στην ανάλυση είναι 31.6% (προσαρμοσμένη τιμή). Η αρχική τιμή του R ήταν .486 και αυξήθηκε σε .537 και .571 με τη σταδιακή εισαγωγή των δύο άλλων μεταβλητών (της ηλικίας και της επίδοσης στις φυσικές επιστήμες αντίστοιχα). Οι αντίστοιχες τιμές του R<sup>2</sup> ήταν .236, .289 και .326. Με την εισαγωγή της ηλικίας και της επίδοσης στις φυσικές επιστήμες παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις στο R<sup>2</sup> ίσες με .053 και .037, αντίστοιχα. Για τους τρεις συντελεστές παλινδρόμησης που διαφέρουν σημαντικά από το μηδέν, υπολογίστηκαν τα διαστήματα εμπιστοσύνης με πιθανότητα 95%. Τα όρια των διαστημάτων αυτών είναι .010 και .137, .033 και .080, .046 και .189 για την επίδοση στα μαθηματικά, για τη χρονολογική ηλικία και για την επίδοση στις φυσικές επιστήμες αντίστοιχα. Η σταθερά της εξίσωσης παλινδρόμησης ήταν - 9.95.

Το άθροισμα των τιμών sr<sup>2</sup> (.019 + .080 + .037 = .136) αντιπροσωπεύει το ποσό του R<sup>2</sup> που μπορεί να αποδοθεί ξεχωριστά στις τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές που είχαν στατιστικά σημαντική συμμετοχή στην πρόβλεψη των επιδόσεων στο ΔΛΣ που ήταν η επίδοση στα μαθηματικά (sr<sup>2</sup> = .0190), η χρονολογική ηλικία σε μήνες (sr<sup>2</sup> = .080) και η επίδοση στις φυσικές επιστήμες (sr<sup>2</sup> = .037). Όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές σε συνδυασμό εξηγούν ακόμα .180 της διακύμανσης της επίδοσης στο ΔΛΣ με αποτέλεσμα να εξηγείται συνολικά .326 (.316 η προσαρμοσμένη τιμή) της διακύμανσης αυτής.

Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της επίδοσης στο ΔΛΣ και της επίδοσης στα ελληνικά ήταν .482 και ήταν στατιστικά σημαντικός (p<.001). Η επίδοση όμως στα ελληνικά δεν είχε στατιστικά σημαντική συμβολή για την πρόβλεψη των επιδόσεων στο ΔΛΣ. Η συσχέτιση αυτή φαίνεται πως είναι έμμεσο αποτέλεσμα των συσχετίσεων της επίδοσης στο ΔΛΣ και των επιδόσεων στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες με τις οποίες η επίδοση στα ελληνικά είχε επίσης υψηλές συσχετίσεις (.775 και .751, αντίστοιχα). Σημαντικές συσχετίσεις των επιδόσεων στο TOLT και διάφορων επιδόσεων σε σχολικά ή πανεπιστημιακά μαθήματα αναφέρθηκαν και από τους συγγραφείς του TOLT (Tobin

& Carie, 1981).

γ) *Η δομή των ικανοτήτων.* Για τις επιδόσεις των μαθητών στο ΔΛΣ εφαρμόστηκαν δύο αναλύσεις παραγόντων στο σύνολο των υποκειμένων. Στην πρώτη, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι επιδόσεις των μαθητών στις πέντε μορφές ΤΛΣ (αθροιστική επίδοση και στα δύο έργα της ίδιας μορφής σκέψης), ενώ στη δεύτερη χρησιμοποιήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών σε καθένα από τα δέκα έργα.

Από την πρώτη ανάλυση, απομονώθηκε ένας μόνο παράγοντας και δε χρειάστηκε περιστροφή. Ο παράγοντας αυτός εξηγεί το 43.8% της διακύμανσης και οι φορτίσεις του είναι .73, .72, .65, .64 και .55 για τα έργα συσχέτισης, αναλογιών, συνδυασμών, ελέγχου μεταβλητών και πιθανοτήτων, αντίστοιχα. Ένας μόνο παράγοντας απομονώθηκε σε παρόμοια ανάλυση που πραγματοποίησαν και οι συγγραφείς του TOLT (Tobin & Carie, 1981). Το δείγμα σε αυτή την περίπτωση ήταν πολύ μεγαλύτερο (N=1523) και αντιπροσώπευε μαθητές και φοιτητές από διάφορες εκπαιδευτικές βαθμίδες, από τις ανώτερες τάξεις του δημοτικού μέχρι και φοιτητές κολλεγίου. Το ποσοστό διακύμανσης που μπο-

ρούσε να εξηγηθεί με τον παράγοντα που απομονώθηκε ήταν 33% και οι φορτίσεις του κυμάνθηκαν από .49 μέχρι .73.

Από τη δεύτερη ανάλυση, απομονώθηκαν τρεις παράγοντες και για βελτίωση της ερμηνείας των παραγόντων εφαρμόστηκε σε αυτούς περιστροφή varimax. Ο Πίνακας 4 δείχνει τους παράγοντες που απομονώθηκαν και τις φορτίσεις τους από τα δέκα γνωστικά έργα που χρησιμοποιήθηκαν.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4, οι φορτίσεις του πρώτου παράγοντα είναι ιδιαίτερα ψηλές στα έργα που σχετίζονται με απομόνωση και έλεγχο μεταβλητών, ενώ χαμηλότερες φορτίσεις δέχεται ο παράγοντας αυτός από τα έργα που σχετίζονται με τις συσχετίσεις και το πρώτο έργο αναλογιών. Τόσο όμως το πρώτο έργο αναλογιών όσο και το πρώτο έργο συσχέτισης είχαν ψηλότερες φορτίσεις στο δεύτερο και στον τρίτο παράγοντα, αντίστοιχα. Το δεύτερο έργο συσχέτισης είχε επίσης υψηλή φόρτιση και στον τρίτο παράγοντα. Για το δεύτερο παράγοντα παρουσιάστηκαν ψηλές φορτίσεις και από τα δύο έργα αναλογιών και ακόμα ψηλότερες από τα δύο έργα συνδυασμών. Για τον τρίτο παράγοντα, οι φορτίσεις προήλθαν από

Πίνακας 4

Η δομή των παραγόντων που αφαιρέθηκε από τις επιδόσεις όλου του δείγματος (N=195) στα δέκα γνωστικά έργα

Μορφή Σκέψης	Αριθμός Προβλήματος	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 3
Αναλογίες	1	.331	.428*	
Αναλογίες	2		.564*	
Έλεγχος Μεταβλητών	3	.776*		
Έλεγχος Μεταβλητών	4	.821*		
Πιθανότητες	5			.679*
Πιθανότητες	6			.793*
Συσχέτιση	7	.339		.563*
Συσχέτιση	8	.489*		.413
Συνδυασμοί	9		.765*	
Συνδυασμοί	10		.821*	

Σημείωση: 1. Φορτίσεις κάτω του .30 παραλείπονται.

2. Ο αστερίσκος υποδηλώνει πρωταρχικές φορτίσεις.

Πίνακας 5

Σημαντικές διαφορές μεταξύ συσχετιζομένων ποσοστών ορθών απαντήσεων στα προβλήματα του ΔΛΣ για το σύνολο των μαθητών

Μορφή Σκέψης	Αριθμός Προβλήματος	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 πρόβλημα τοποθετημένο στον οριζόντιο άξονα είναι στατιστικά ευκολότερο (\*  $p < .01$ ) από το άλλο πρόβλημα του ζεύγους που βρίσκεται στον κατακόρυφο άξονα.

τα δύο έργα πιθανοτήτων και τα δύο έργα συσχέτισης. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά, οι τρεις παράγοντες θα μπορούσαν να ονομασθούν, αντίστοιχα, παράγοντας πειραματισμού (έλεγχος μεταβλητών, συσχέτιση), παράγοντας αναλογιών-συνδυασμών και παράγοντας πιθανοτήτων-συσχέτισης.

Το αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης που εξηγούν αυτοί οι τρεις παράγοντες είναι 54.9%. Ο πρώτος από τους τρεις παράγοντες εξηγεί 30.8% της διακύμανσης που είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των ποσοστών διακύμανσης που εξηγούν ο δεύτερος (12.7%) και ο τρίτος (11.4%). Το αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης που εξηγούν και οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι μεγαλύτερο μόνο κατά 11.1% του ποσοστού διακύμανσης που εξηγεί ο ένας μόνο παράγοντας (43.8%), που έδωσε η πρώτη ανάλυση παραγόντων.

Οι Tobin & Carie (1981) χρησιμοποιώντας τις επιδόσεις στα δέκα έργα του TOLT, από το δείγμα που αναφέρθηκε πιο πάνω, απομόνωσαν ένα μόνο παράγοντα με τον οποίο μπορούσε να εξηγηθεί ποσοστό διακύμανσης 28%. Οι φορτίσεις του παράγοντα αυτού από τα δέκα έργα του TOLT κυ-

μάνθηκαν από .38 μέχρι .64 και οδήγησαν στο συμπέρασμα για την ύπαρξη μιας ενιαίας γενικής δομής, όπως υποστηρίζεται από τη θεωρία του Piaget.

δ) *Διαφορές επιδόσεων μεταξύ των έργων.* Στη συνέχεια εφαρμόστηκε, για κάθε δυνατό ζεύγος μεταξύ των δέκα γνωστικών έργων του ΔΛΣ, το κριτήριο McNemar (Guilford & Fruchter, 1978, σ. 164-166) για τις διαφορές μεταξύ συσχετιζομένων ποσοστών. Το κριτήριο αυτό βασίζεται στις συχνότητες (στα ποσοστά) του συνόλου των μαθητών που απάντησαν σωστά ή λανθασμένα καθένα από τα δύο έργα ενός ζεύγους. Η αναλογία για την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των συσχετιζόμενων ποσοστών υπολογίζεται με βάση τις αντιθετικές περιπτώσεις (σωστή απάντηση στο ένα έργο και λανθασμένη απάντηση στο άλλο έργο του ζεύγους). Η τιμή αυτής της αναλογίας καθορίζει αν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ορθών απαντήσεων στα δύο έργα του ζεύγους (SPSS-X User's Guide, 1988, σ. 741-742). Οι συχνότητες και τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στα έργα του ΔΛΣ φαίνονται στις δύο τελευταίες στήλες του Πίνακα 1, ενώ στον

Πίνακα 5 φαίνεται πού υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των έργων κάθε δυνατού ζεύγους.

Από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται όχι μόνο μεταξύ των έργων που σχετίζονται με διαφορετικές μορφές σκέψης αλλά και μεταξύ έργων που αναφέρονται στην ίδια μορφή σκέψης (έργα αναλογιών και πιθανοτήτων). Κατά συνέπεια οι επιδόσεις στα γνωστικά έργα εξαρτώνται όχι μόνο από τη μορφή σκέψης που προϋποθέτουν αλλά και από το συγκεκριμένο περιεχόμενο του έργου.

## Γενική συζήτηση

Οι επιδόσεις των μαθητών στο ΔΛΣ δείχνουν ότι σχεδόν τα δύο τρίτα (64.6%) από αυτούς βρίσκονται, με βάση την πιαζετιανή προσέγγιση, στο στάδιο της ΣΛΣ, ενώ δε διαπιστώθηκε καμία σημαντική διαφορά στις συνολικές επιδόσεις των δύο φύλων ή στις επιδόσεις τους στις πέντε μορφές λογικής σκέψης που εξετάστηκαν. Παρατηρήθηκε όμως μια μικρή και σταθερή ανάπτυξη μερικών ικανοτήτων ΤΛΣ από την πρώτη στην τρίτη τάξη. Οι "ρυθμοί" της γνωστικής ανάπτυξης ήταν σχεδόν ανεπαίσθητοι και παρατηρήθηκε μόνο μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μαθητών της πρώτης και της τρίτης τάξης που σχετίζεται με τα γνωστικά έργα αναλογιών. Στα γνωστικά έργα των άλλων μορφών σκέψης, οι επιδόσεις των μαθητών δεν παρουσίασαν την αναμενόμενη χρονική βελτίωση, ενώ για τα έργα των συνδυασμών οι επιδόσεις ήταν πολύ χαμηλές, χωρίς να σημαίνει κατ' ανάγκη ότι οι μαθητές δεν έχουν αποκτήσει το είδος αυτό της σκέψης. Για παράδειγμα, ο Scardamalia (1977) έδειξε ότι άτομα που απέτυχαν σε έργα συνδυασμών με ψηλές απαιτήσεις νοητικής ενέργειας κατάφεραν να απαντήσουν σωστά σε έργα που είχαν την ίδια δομή αλλά μικρότερες απαιτήσεις νοητικής ενέργειας. Η θεωρία των εποικοδομητικών τελεστών πρότεινε ότι είναι απαραίτητο, πριν αποφασιστεί η ύπαρξη ή η απουσία συγκεκριμένης λογικής ικανότητας,

να δίνονται γνωστικά έργα με τις μικρότερες δυνατές απαιτήσεις νοητικής ενέργειας που επιβάλλει η λογική δομή ενός έργου (Pascual-Leone, 1972).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης έδειξαν επίσης ότι η χρονολογική ηλικία είχε σημαντική συνδρομή στην ερμηνεία των επιδόσεων στο ΔΛΣ και ότι μπορούσε να εξηγήσει από μόνη της 8% της διακύμανσης. Αυτό φυσικά δεν υποδηλώνει κατ' ανάγκη ότι υπάρχει βελτίωση της ΤΛΣ με την ηλικία (Lawson, 1985), γιατί η βελτιωμένη επίδοση μπορεί να αποδοθεί σε άλλους παράγοντες (εξοικείωση με θεματικό περιεχόμενο, οδηγίες που συνοδεύουν τα έργα ή διάφοροι παράγοντες της προσωπικότητας των ατόμων). Είναι ακόμα δυνατό άλλες εξειδικευμένες γνώσεις να επηρεάζουν τις επιδόσεις σε γνωστικά έργα, αφού και οι επιδόσεις των μαθητών στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες είχαν σημαντική συμβολή στην ερμηνεία των επιδόσεων στο ΔΛΣ, παρόλο που οι επιδόσεις αυτές, από μόνες τους, εξηγούσαν μόνο μικρά ποσοστά της διακύμανσης των επιδόσεων στο ΔΛΣ (1.9% και 3.7%, αντίστοιχα).

Η απομόνωση ενός μόνο παράγοντα, όταν χρησιμοποιήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών στις πέντε μορφές ΤΛΣ, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι υποστηρίζει την ύπαρξη μιας ενιαίας γενικής δομής. Η απομόνωση όμως τριών παραγόντων, όταν χρησιμοποιήθηκαν οι επιδόσεις στα δέκα έργα του ΔΛΣ, και η ύπαρξη σημαντικών διαφορών όχι μόνο μεταξύ έργων διαφορετικής μορφής σκέψης αλλά και μεταξύ έργων της ίδιας μορφής σκέψης (έργα αναλογιών, συσχέτισης και πιθανοτήτων) δε συντηγρούν με την άποψη αυτή και όταν ακόμα ληφθούν υπόψη η οριζόντια και η κατακόρυφη ανάπτυξη που πρότεινε ο Piaget.

Μια λεπτομερέστερη εξέταση των αποτελεσμάτων και περιορισμένος αριθμός συνευθέσεων με τα υποκείμενα της έρευνας υποστηρίζουν την άποψη ότι οι δυσκολίες των μαθητών σε ορισμένα προβλήματα δεν οφείλονται στην απαιτούμενη μορφή σκέψης αλλά σε άλλους λόγους. Για παράδειγμα, στο

δεύτερο έργο αναλογιών, η δυσκολία ήταν μάλλον “μαθηματική”, γιατί στο έργο αυτό υπεισέρχονται υπολογισμοί που προϋποθέτουν τη γνώση κλασμάτων. Στο δεύτερο έργο πιθανοτήτων όχι μόνο απαιτούνται αυξημένες “μαθηματικές απαιτήσεις”, σε σχέση με το πρώτο πρόβλημα πιθανοτήτων, αλλά εκτός από το χρώμα των λουλουδιών παρεμβάλλεται και το ύψος τους ως επιπρόσθετος παράγοντας, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απαιτήσεις νοητικής ενέργειας που χρειάζονται για την επίλυσή του. Οι πολύ χαμηλές επιδόσεις στα δύο έργα συνδυασμών φαίνεται πως είναι αποτέλεσμα τόσο των ψηλών απαιτήσεων νοητικής ενέργειας των έργων αυτών αλλά και του τρόπου διόρθωσης, αφού οι απαντήσεις που κατέγραψαν λιγότερους από 27 ή 24 συνδυασμούς, για το πρώτο και δεύτερο έργο αντίστοιχα, δε θεωρήθηκαν σωστές, ενώ υπήρχαν αρκετές απαντήσεις που κατέγραψαν ορθά πολλούς, αλλά όχι όλους τους συνδυασμούς των έργων αυτών. Δεν είναι επομένως δυνατό να αποκλεισθεί η επίδραση εξειδικευμένων γνωστικών ικανοτήτων ή παραγόντων της προσωπικότητας των υποκειμένων της έρευνας ή και άλλων λόγων (θεματικό περιεχόμενο των έργων, οδηγίες για την επίλυσή τους, κ.α.) στις επιδόσεις των μαθητών στα διάφορα γνωστικά έργα.

Οι διαπιστώσεις αυτές σε συνδυασμό με το περιορισμένο δείγμα της έρευνας και το περιορισμένο εύρος ηλικιών που χρησιμοποιήθηκε (άτομα 12-15 ετών) δεν είναι δυνατό να οδηγήσουν σε ασφαλή συμπεράσματα. Σίγουρα όμως δε δικαιολογούν αισιόδοξα μηνύματα για τις γνωστικές ικανότητες των υποκειμένων του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε. Για παράδειγμα, μόνο περίπου 15% των μαθητών της τρίτης τάξης απάντησαν σωστά σε προβλήματα που σχετίζονται με έλεγχο μεταβλητών σε πειράματα. Δημιουργούνται έτσι αμφιβολίες τόσο για τον τρόπο εφαρμογής “της προγραμματικής πολιτικής” για πειραματική διδασκαλία και έμφαση στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου όσο και για τη συμβατότητα του περιεχομένου της διδασκαλίας με τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών.

Οι αμφιβολίες αυτές επεκτείνονται και σε

άλλα σχολικά θέματα, ιδιαίτερα στα μαθηματικά, αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι μορφές σκέψης που αξιολογεί το ΔΛΣ είναι συστηματικές επιδιώξεις όχι μόνο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών αλλά και της διδασκαλίας των μαθηματικών. Τα αναλυτικά προγράμματα και των δύο μαθημάτων είναι διάσπαρτα από περιεχόμενο που απευθύνεται στην ανάπτυξη των μορφών αυτών σκέψης (αναλογίες, πιθανότητες, συνδυασμοί, κ.α.) και “διδάχτηκαν”, σε μερικές περιπτώσεις, επανειλημμένα και στο δημοτικό και στο γυμνάσιο.

Η εμφανής αδυναμία της πλειοψηφίας του μαθητικού πληθυσμού του γυμνασίου να χρησιμοποιεί τις πιο πάνω μορφές σκέψης δημιουργεί αμφιβολίες για την αποτελεσματικότητα των αναλυτικών προγραμμάτων και των διδακτικών προσεγγίσεων που πιθανό να απευθύνονται μόνο σε μια μειοψηφία μαθητών, με επαρκή γνωστική ανάπτυξη, ενώ αφήνουν την πλειοψηφία σε μειονεκτική θέση. Οι απαιτήσεις για κάλυψη της διδακτέας ύλης και ο μεγάλος αριθμός μαθητών στις σχολικές τάξεις επιβάλλουν στερεότυπες προσεγγίσεις και αποτελούν “ισχυρά άλλοθι” για την πιθανή απροθυμία των εκπαιδευτικών να προχωρήσουν σε εξατομίκευση της διδασκαλίας. “Οι κεκτημένες ταχύτητες” των εκπαιδευτικών προσεγγίσεων δεν έχουν όμως τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Από την άλλη, δοκίμια όπως το ΔΛΣ φαίνεται να είναι εύχρηστα και αξιόπιστα εργαλεία για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών που θα βοηθήσουν να αξιολογηθεί ο βαθμός και η έκταση στην οποία τα αναλυτικά προγράμματα και οι διδακτικές προσεγγίσεις ανταποκρίνονται στα στάδια γνωστικής ανάπτυξης του μαθητικού πληθυσμού. Οι διαφορές ακόμα που εμφανίζονται ανάμεσα στους μαθητές υπογραμμίζουν τις ευθύνες των εκπαιδευτικών να αξιολογούν τα εισαγωγικά γνωστικά χαρακτηριστικά των μαθητών τους, γιατί “η γνωστική δίαιτα και τα διανοητικά ερεθίσματα” (Piaget, 1972, σ. 8) πρέπει να είναι πάντοτε προσαρμοσμένα στα στάδια της γνωστικής ανάπτυξης των

μαθητών. Η διαπίστωση ακόμα ότι τα προβλήματα που αξιολογούν την ίδια μορφή τυπικής λογικής σκέψης δεν είναι "ισοδύναμη δυσκολίας" προϋποθέτει ότι δεν πρέπει να παραγνωρίζονται και άλλοι παράγοντες, εκτός από την αντίστοιχη μορφή σκέψης (μαθηματικές έννοιες και υπολογισμοί, απαιτήσεις νοητικής ενέργειας), που επηρεάζουν την αξιολόγηση των γνωστικών χαρακτηριστικών των μαθητών.

Σίγουρα όμως η προσπάθεια αυτή δεν είναι δυνατό να αγνοήσει τις προτάσεις των νεο-πιαζετιανών θεωριών που προτείνουν διεξόδους στα αδιέξοδα που εμφανίζονται στην προσπάθεια πιστής εφαρμογής όλων των προβλέψεων και συνεπειών της πιαζετιανής θεωρίας. Η διεύρυνση της ερευνητικής προσπάθειας δεν πρέπει να περιοριστεί στη συμπεριληψη και διερεύνηση των υπαλλακτικών προτάσεων των νεο-πιαζετιανών θεωριών αλλά πρέπει να στηριχθεί σε διαχρονικές έρευνες και ταυτόχρονα να αποφύγει τη μονομέρεια της στατιστικής μαρτυρίας, γιατί ανεξάρτητα από τα στατιστικά σημαντικά συμπεράσματα είναι αδύνατο να αποκλεισθούν άλλες ευλογοφανείς ή υπαλλακτικές ερμηνείες των ορθών ή και λανθασμένων απαντήσεων των υποκειμένων μιας έρευνας. Είναι χρήσιμο να θυμόμαστε ότι "ο μόνος έγκυρος τρόπος για την αξιολόγηση του τρόπου σκέψης είναι η αμφισβήτηση και διερεύνηση της απάντησης των υποκειμένων" (Inhelder & Piaget, 1958, σ. 308). Κατά συνέπεια, η χρησιμότητα και η συμπληρωματικότητα των πληροφοριών που προκύπτουν από κλινικές συνεντεύξεις με τα υποκείμενα μιας έρευνας πρέπει να τυγχάνουν συστηματικής αξιοποίησης.

## 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.
- Anderson, J. R. (1980). *Cognitive psychology and its implications*. San Francisco: Freeman.
- Bredderman, T. A. (1973). The effects of training on the ability to control variables. *Journal of Research in Science Teaching*, 10, 189-200.
- Case, R. (1974). Structures and strictures: Some functional limits to cognitive growth. *Cognitive Psychology*, 6, 544-574.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Demetriou, A. (Ed.) (1988). *The neo-Piagetian theories of cognitive development: Towards an integration*. Amsterdam: North Holland.
- 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. 173-222). Amsterdam: North-Holland.
- Δημητρίου, Α. (1993). *Γνωστική ανάπτυξη: Μοντέλα, μέθοδοι, εφαρμογές*. Θεσσαλονίκη: Art of Text
- Ebel, R. L. (1965). *Measuring educational achievement*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall
- 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 and structures of unconscious thought. In K. S. Bowers, & D. Meichenbaum (Eds.), *The unconscious reconsidered* (pp. 88-148). New York: Wiley.
- Guilford, J. P., & Fruchter, B. (1978). *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 ado-*

- science. London: Routledge & Kegan Paul.
- Kuhn, D., & Angelev, J. (1976). An experimental study of the development of formal operational thought. *Child Development, 47*, 667-706.
- Lawson, A. E. (1982). The nature of advanced reasoning and science instruction. *Journal of Research in Science Teaching, 19*, 743-760.
- Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science instruction. *Journal of Research on 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.
- Neimark, E. (1979). Current status of formal operations research. *Human Development, 22*, 60,67.
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica, 32*, 301-345.
- Pascual-Leone, J. (1972). *A neo-Piagetian interpretation of conservation and the problem of horizontal decalage*. Paper presented at the C.P.A. Meeting, Montreal.
- 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. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development, 15*, 1-2.
- Scardamalia, M. (1977). Information processing capacity and the problem of horizontal decalage: A demonstration using combinatorial reasoning tasks. *Child Development, 48*, 28-37.
- Shayer, M., Kucheman, 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.
- SPSS-X User's guide* (1988) (3rd Ed.). Chicago: SPSS Inc.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1989). *Using multivariate statistics* (2nd ed.). 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. *Dissertation Abstracts International, 51*, 1175A. (University Microfilms No. 90-24947).

## Abstract

Performance on translated TOLT (Test of Logical Thinking) of 195 seventh- eighth- and ninth-grade students, representing a mixed socioeconomic status, was used to examine their cognitive abilities related to the five reasoning modes of TOLT (control of variables, proportional, correlational, probabilistic and combinatorial reasoning) and to identify differences among the three classes and between male and female students. TOLT scores revealed subjects' difficulties concerning these reasoning modes, while only ninth-grade students had significantly higher ( $p < .05$ ) achievement on TOLT than only seventh-grade students and only on proportional reasoning problems. There were no other significant differences among the students of the three classes or between male and female students concerning these cognitive abilities, as they are measured by TOLT. Multiple regression analysis between performance on TOLT and chronological age and achievement in school subjects showed that age and achievement in physical science and mathematics, but not achievement in greek language, contributed significantly in predicting performance on TOLT. Factor analysis of performance on each reasoning mode produced a one-factor solution and factor analysis of performance on each TOLT item (two items for each of the five reasoning modes) produced a three-factor solution explaining 43.8% and 54.9% of the variance respectively. These results coupled with the significant differences of students' performance between items related not only to the different reasoning modes but also between items of the same reasoning mode are not in accordance with basic assumptions of Piaget's theory and are rather compatible with views supported by different neo-Piagetian theories.